



SKRIPSI – TK141581
EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI DAUN NILAM
(*Pogestemon cablin Benth*) DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *HYDRODISTILLATION* DAN *AIR-*
***HYDRODISTILLATION* SKALA PILOT**

Oleh :
Muhammad Bayu Prasetyo
NRP. 02211645000008

Alfian Muhammad Reza
NRP. 02211645000009

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA
NIP. 19610802 198601 1 001

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018



SKRIPSI – TK141581
ESSENTIAL OIL EXTRACTION FROM *Pogostemon cablin*
Benth USING HYDRODISTILLATION AND AIR
HYDRODISTILLATION METHOD IN PILOT SCALE

Authors:

Muhammad Bayu Prasetyo
NRP. 02211645000008

Alfian Muhammad Reza
NRP. 02211645000009

Academic Advisor
Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA
NIP. 19610802 198601 1 001

DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN

EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI DAUN NILAM (*Pogestemon cablin Benth*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE HYDRODISTILLATION DAN AIR- HYDRODISTILLATION SKALA PILOT

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik
Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Muhammad Bayu Prasetyo
Alfian Muhammad Reza

NRP 02211645000008
NRP 02211645000009

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA
(Pembimbing)
2. Dr. Lailatul Qadriyah, S.T., M.T.
(Penguji I)
3. Orchidea Rachmaniah, S.T., M.T
(Penguji II)
4. Donny Satria Bhuana, ST, M.Sc.Adv
(Penguji III)

[Handwritten signatures of the examiners]



EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI DAUN NILAM (*Pogestemon cablin Benth*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE *HYDRODISTILLATION* DAN *AIR-HYDRODISTILLATION* SKALA PILOT

Nama : 1. Muhammad Bayu P (02211645000008)
2. Alfian M Reza (02211645000009)
Departemen : Teknik Kimia FTI-ITS
Dosen : Prof. Dr. Ir Mahfud., DEA.

ABSTRAK

Minyak nilam sangat potensial untuk diproduksi di Indonesia karena ketersediaan bahan baku yang melimpah di beberapa daerah di Indonesia. Beberapa metode yang umum digunakan untuk memproduksi minyak esensial, seperti minyak nilam, termasuk hydrodistillation dan steam distillation. Secara umum, steam distillation memiliki hasil yang relatif tinggi dibandingkan dengan metode lain, namun, kualitas minyak biasanya tidak layak dalam hal sifat fisik. Sebaliknya, hydrodistillation umumnya menghasilkan hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan steam distillation, namun, kualitas minyaknya cukup baik. Oleh karena itu, ada kebutuhan untuk meningkatkan kinerja dari metode yang ada. Dalam percobaan ini, modifikasi dilakukan dengan menambahkan udara ke dalam sistem sedemikian rupa sehingga lebih banyak minyak nilam dapat diekstraksi. Metode baru ini disebut air-hydrodistillation, di mana kualitas minyak yang layak dapat diperoleh selain hasil yield minyak nilam yang tinggi. Hasil secara umum menunjukkan bahwa air-hydrodistillation memiliki hasil yang lebih tinggi daripada hydrodistillation konvensional. Kondisi ekstraksi yang paling optimal dicapai pada rasio F / S 0,075 dengan bahan utuh dan pada laju alir udara 3 L / menit. Dalam hal kualitas minyak nilam, 46,23% nilam alkohol dalam minyak diidentifikasi sebagai kualitas minyak terbaik, dan itu dicapai dalam kondisi berikut: air-hydrodistillation; bahan cacah; F / S ratio 0,1; 3 L / menit kecepatan aliran udara. Secara umum, semua minyak nilam yang

dihasilkan dengan menggunakan kedua metode ini, secara analisa fisik berada pada standar yang sudah ada.

ESSENTIAL OIL EXTRACTION FROM *POGOSTEMON CABLIN BENTH* USING HYDRODISTILLATION AND AIR HYDRODISTILLATION METHOD IN PILOT SCLAE

Name : 1. Muhammad Bayu P (02211645000008)
2. Alfian Muhammad R (02211645000009)
Departement : Chemical Engineering
Advisor : Prof. Dr. Ir Mahfud., DEA.

ABSTRACT

Patchouli oil is very potential to be produced in Indonesia due to the abundant availability of the raw material in some regions in Indonesia. Some of the commonly used methods for producing essential oils, such as patchuoli oil, include hydrodistillation and steam distillation, respectively. In general, steam distillation has a relatively high yield compared to other methods, however, the oil quality is usually not as decent in terms of the physical properties. Conversely, hydrodistillation generally produces lower yield compared to steam distilation, however, the oil quality is quite decent. Therefore, there is a need to improve the performance of the existing methods. In this experiment, the modification was done by adding air into the system in such a way that more patchouli oil can be extracted. This new method is called air-hydrodistillation, in which decent oil quality can be obtained in addition to high patchouli oil yield. The result generally show that the air-hydrodistillation has higher yields than the conventional hydrodistillation. The most optimum extraction condition was achieved at the F/S ratio of 0.075 with intact material and at the air flowrate of 3 L/min. In terms of the patchouli oil quality, 46,23% patchouli alcohol in the oil was identified as the best oil quality, and it was achieved in the following conditions: air-hydrodistillation, cut-off material, F/S ratio 0.1, 3 L/min air flowrate. In general, all the patchouli oil produced using these two methods are well within the dtandards in terms of the physical properties.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kekuatan sehingga kami dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI DAUN NILAM (*Pogestemon Cablin Benth*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE HYDRODISTILLATION DAN AIR-HYDRODISTILLATION SKALA PILOT”**.

Selama penyusunan laporan ini, kami banyak sekali mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Juwari S.T, M.Eng, Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
2. Ibu Dr. Lailatul Qadariah, S.T., M.T selaku Koordinator Tugas Akhir Departemen Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA selaku Dosen Pembimbing dan Kepala Laboratorium Teknologi Proses Kimia, yang selalu meluangkan waktu untuk memberikan saran, bimbingan dan dukungan kepada kami.
4. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia FTI-ITS.
5. Orang tua dan saudara-saudara kami atas doa, dukungan, bimbingan, perhatian, dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
6. Teman-teman di Laboratorium Teknologi Proses, LJ Gasal 2018 serta semua pihak yang telah membantu.

Kami menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini, yang membutuhkan saran yang konstruktif demi penyempurnaannya.

Surabaya, 09 Juli 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR GRAFIK	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Tanaman Nilam	5
II.2 Minyak Nilam	7
II.3 <i>Patchouli Alcohol</i>	9
II.4 Metode Ekstraksi Minyak Nilam	13
II.5 Kelebihan Memakai Air-Hydrodistillation	13
II.6 Parameter Minyak Nilam	13
II.7 Penelitian Terdahulu	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
III.1 Garis Besar Penelitian	17
III.2 Bahan dan Alat	17
III.3. Prosedur Penelitian	21
III.4 Diagram alir percobaan	24

III.5 Kondisi Operasi dan Variabel Penelitian.....	25
III.6 Besaran Penelitian yang Diukur	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
IV.1 Proses Ekstraksi Minyak Atsiri dari Daun Nilam	29
IV.2 Parameter yang Berpengaruh pada Ekstraksi Minyak Nilam dengan Metode <i>Air-Hydrodistilation</i> dan <i>Hydrodistillation</i>	30
BAB V KESIMPULAN	62
DAFTAR PUSTAKA.....	xii

LAMPIRAN

APPENDIKS A CONTOH PERHITUNGAN

APPENDIKS B DATA HASIL PENELITIAN

APPENDIKS C HASIL ANALISA GC-MS

APPENDIKS D HASIL ANALISA SEM

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Tanaman Nilam Aceh (<i>Pogostemon cablin</i> Benth).....	6
Gambar II.2	Struktur <i>Patchouli Alcohol</i>	10
Gambar II.3	Skema Alat Metode <i>Hydrodistillation</i>	11
Gambar II.4	Skema Alat Metode <i>Air-Hydrodistillation</i>	12
Gambar III.1	Skema Alat Metode <i>Hydrodistillation</i>	18
Gambar III.2	Skema Alat Metode <i>Air-Hydrodistillation</i>	19
Gambar III.3	Diagram Alir Percobaan dengan Metode <i>Hydrodistillation</i>	24
Gambar III.4	Diagram Alir Percobaan dengan Metode <i>Air-Hydrodistillation</i>	25
Gambar IV.1	<i>Scanning electron micrographs of leaves and floral parts of Lippia organoides Kunth showing glandular and non-glandular trichomes. A. Abaxial leaf surface. B. Adaxial leaf surface. C. Abaxial bract surface. D. Abaxial sepal surface. E. Abaxial petal surface. Scale bars: A-E = 100 μm; B = 200 μm</i>	43
Gambar IV.2	Hasil SEM daun nilam sebelum ekstraksi dengan perbesaran 2500 kali	44
Gambar IV.3	Hasil SEM daun nilam setelah diekstrak dengan perbesaran 2.500 kali untuk (a) Metode <i>Hydrodistillation</i> (b) Metode <i>Air-Hydrodistillation</i>	46

DAFTAR GRAFIK

Grafik IV.1	Pengaruh Rasio Bahan Baku terhadap <i>Yield</i> Minyak Nilam dengan Laju Alir Udara yang Berbeda. (Dengan kondisi operasi : bahan baku utuh dan waktu ekstraksi 8 jam).....	32
Grafik IV.2	Pengaruh Ukuran Bahan Baku terhadap <i>Yield</i> Minyak Nilam dengan Laju Alir Udara yang Berbeda. (Dengan kondisi operasi : Rasio F/S 0,075 dan waktu ekstraksi 8 jam).....	34
Grafik IV.3	Pengaruh Laju Alir Udara terhadap <i>Yield</i> Minyak Nilam dengan Laju Alir Udara yang Berbeda. (Kondisi operasi : rasio bahan 0,1 dan waktu ekstraksi 8 jam)	36
Grafik IV.4	Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap <i>Yield</i> Minyak Nilam dengan Laju Alir Udara yang Berbeda. (Dengan kondisi operasi : Rasio bahan 0,1 dan waktu ekstraksi 8 jam.....	38
Grafik IV.5	Akumulasi <i>Recovery</i> dari Minyak Nilam yang Diperoleh dengan Metode Hydrodistillation dan Air-Hydrodistillation.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Komponen Minyak Nilam	6
Tabel II.2	Standar Mutu Minyak Nilam	7
Tabel II.3	Properti <i>Patchouli Alcohol</i>	8
Tabel II.4	Perbandingan Penelitian Sebelumnya.....	12
Tabel IV.1	Data Kadar Air Bahan dan Pengaruhnya Terhadap Massa Bahan	31
Tabel IV.2	Data Hasil Perhitungan Properti Fisik Minyak Nilam	41
Tabel IV.3	Hasil Analisa GC-MS	49
Tabel IV.4	Perbandingan Hasil Minyak Nilam (Parameter Fisik dan Kimia) Dengan SNI 06-2385-2006	59

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Minyak atsiri merupakan salah satu komoditas ekspor Indonesia yang bahan bakunya berasal dari berbagai jenis tanaman perkebunan. Minyak atsiri dari kelompok tanaman tahunan perkebunan antara lain berasal dari cengkeh, pala, lada, kayu manis, sementara yang berasal dari kelompok tanaman semusim perkebunan berasal dari tanaman nilam sereh wangi, akar wangi dan jahe. Hingga kini minyak atsiri yang berasal dari tanaman nilam memiliki pangsa pasar ekspor paling besar andilnya dalam perdagangan Indonesia yaitu mencapai 60%. (Krismawati, 2005)

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) yang termasuk dalam keluarga *Labiatae* merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang penting bagi Indonesia, karena minyak yang dihasilkan merupakan komoditas ekspor yang cukup mendatangkan devisa negara. Sebagai komoditas ekspor minyak nilam mempunyai prospek yang baik, karena dibutuhkan secara kontinyu dalam industri kosmetik, parfum, sabun dan lain-lain. Penggunaan minyak nilam dalam industri-industri ini karena sifatnya yang fiksatif terhadap bahan pewangi lain agar aroma bertahan lama, sehingga dapat mengikat bau wangi dan mencegah penguapan zat pewangi. (Krismawati, 2005)

Minyak atsiri dikenal dengan nama minyak mudah menguap atau minyak terbang. Minyak atsiri merupakan senyawa yang pada umumnya berwujud cairan, yang diperoleh dari bagian tanaman seperti akar, kulit, batang, daun, buah, biji maupun dari bunga dengan cara penyulingan dengan uap. Meskipun pada kenyataannya untuk memperoleh minyak atsiri dapat juga diperoleh dengan cara lain seperti ekstraksi dengan menggunakan pelarut organik maupun dengan cara dipres atau ditempa dan secara enzimatik (Sastrohamidjojo, 2004).

Dalam industri pengolahan minyak atsiri dikenal tiga macam sistem penyulingan, yaitu penyulingan air, penyulingan dengan uap dan air, serta penyulingan uap. Cara penyulingan yang paling sederhana untuk memperoleh minyak nilam adalah dengan penyulingan air dan uap atau dikukus. Cara ini biasa dilakukan untuk skala kecil, sedangkan untuk skala industri menggunakan cara penyulingan uap. Penyulingan terna daun nilam untuk mendapatkan minyak atsiri dilakukan antara 6-8 jam. (Hayani, 2005)

Telah banyak penelitian yang dilakukan dalam mengekstrak minyak nilam. Diantaranya *Steam Distillation* (Yahya and Yunus, 2013) yang menghasilkan kesimpulan semakin lama waktu ekstraksi maka *yield* akan semakin besar hingga waktu ekstraksi 10 jam dengan sampel daun nilam yang dihaluskan. *Microwave air-hydrodistillation* dan *microwave hydrodistillation* (Kusuma, Altway and Mahfud, 2017) yang menghasilkan kesimpulan bahwa metode *microwave air-hydrodistillation* (MAHD) menghasilkan *yield* yang lebih besar daripada *microwave hydrodistillation* (MHD). *Solvent free microwave extraction* (Kusuma, Altway and Mahfud, 2017) yang menghasilkan kesimpulan bahwa metode *solvent free microwave extraction* menghasilkan *yield* yang lebih besar dari pada metode *microwave hydrodistillation* pada waktu ekstraksi yang sama yaitu 3 jam.

Namun, metode-metode diatas masih dilakukan dalam skala laboratorium, sehingga keakuratannya teruji masih dalam skala laboratorium. Oleh karena itu perlu adanya suatu inovasi untuk meningkatkan skala metode tersebut adanya suatu metode isolasi minyak nilam yang efektif dan efisien dalam menghasilkan *yield* maupun kualitas minyak yang baik yaitu dengan menggunakan metode *air-hydrodistillation* (AHD). Penambahan udara (*air*) pada proses ekstraksi diperuntukkan meningkatkan *yield* minyak. Seperti yang diketahui, minyak nilam dapat digolongkan dalam minyak berat. Dengan penambahan udara,

dapat membantu mengangkat *heavy fraction* pada nilam (Kusuma, Altway and Mahfud, 2017).

Dengan adanya alat dan metode ekstraksi minyak nilam dalam skala yang lebih besar, maka hal ini dapat diaplikasi petani nilam untuk meningkatkan harga jual nilam.

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perbandingan metode *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation* terhadap peningkatan *yield* minyak nilam untuk skala pilot.?
2. Bagaimana pengaruh rasio *feed to solvent* ekstraksi dan distilasi terhadap peningkatan kadar dan *yield* minyak nilam?
3. Bagaimana pengaruh kondisi ukuran bahan baku (utuh dan cacah) yang digunakan terhadap peningkatan kadar dan *yield* minyak nilam?
4. Bagaimana perbandingan parameter fisik dan kimia hasil ekstraksi minyak nilam dengan parameter yang sudah ada?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mempelajari proses pengambilan minyak nilam dengan metode *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation* skala pilot.
2. Perbandingan metode *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation* terhadap peningkatan *yield* minyak nilam untuk skala pilot.
3. Menentukan pengaruh rasio *feed to solvent* terhadap peningkatan kadar dan *yield* minyak nilam.
4. Menentukan pengaruh kondisi ukuran bahan baku (utuh dan cacah) yang digunakan terhadap peningkatan kadar dan *yield* minyak nilam
5. Membandingkan parameter fisik dan kimia hasil ekstraksi minyak nilam dengan parameter yang sudah ada

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari adanya penelitian ini adalah:

1. Metode yang digunakan dapat diaplikasikan oleh para petani untuk meningkatkan nilai jual dari daun nilam.
2. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi atau rujukan oleh para pihak akademisi untuk meningkatkan *yield* ekstrak minyak nilam.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tanaman Nilam

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang dikenal sebagai minyak nilam (*Patchouli Oil*). Minyak nilam banyak dipergunakan dalam industri kosmetik, parfum, sabun, dan industri lainnya. Manfaat lainnya, minyak nilam bersifat fiksatif (yakni bisa mengikat minyak atsiri lainnya) yang sampai sekarang belum ada produk substitusinya (pengganti). Produk yang dihasilkan dari usaha tani nilam adalah terna (daun dan ranting). Melalui proses penyulingan dihasilkan minyak nilam. (Litbang NAD)

Di Indonesia hingga kini terdapat tiga jenis nilam yang sudah dikembangkan yaitu *Pogostemon cablin* Benth, *Pogostemon heyneanus* Benth, dan *Pogostemon hortensis* Benth. *Pogostemon cablin* Benth dikenal sebagai nilam Aceh karena banyak diusahakan di daerah itu. Nilam jenis ini tidak berbunga, daun berbulu halus dengan kadar minyak 2,5-5,0%. *Pogostemon heyneanus* Benth dikenal dengan nama nilam Jawa, tanaman berbunga, daun tipis dan kadar minyak rendah, berkisar antara 0,5-1,5%. *Pogostemon hortensis* Benth mirip nilam Jawa tetapi juga tidak berbunga, dapat ditemukan di daerah Banten dan sering disebut sebagai nilam sabun. (Krismawati, 2005).

Tanaman nilam yang banyak umum dibudidayakan di Indonesia yaitu nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth.) dan nilam Jawa (*Pogostemon heyneanus* Benth.). Diantara kedua spesies tersebut, nilam Aceh lebih banyak ditanam oleh petani, karena kadar dan kualitas minyaknya lebih tinggi. Seluruh bagian tanaman ini mengandung minyak atsiri, namun kandungan minyak terbesar pada daunnya (Krismawati, 2005).

Nilam Aceh diperkirakan daerah asalnya Filipina atau Semenanjung Malaya. Setelah sekian lama berkembang di Indonesia, tidak menutup kemungkinan terjadi perubahan-perubahan dari sifat dasarnya. Dari hasil eksplorasi ditemukan bermacam-macam tipe yang berbeda baik karakteristik morfologinya, kandungan minyak, sifat kimia minyak dan sifat ketahanannya terhadap penyakit dan kekeringan. Nilam Aceh berkadar minyak tinggi ($> 2,5\%$) sedangkan nilam Jawa rendah ($< 2\%$). (Disbun Jatim, 2013)

Disamping nilam Aceh, di beberapa daerah di Jawa Tengah dan Jawa Timur petani mengusahakan juga nilam Jawa. Nilam Jawa berasal dari India, disebut juga nilam kembang karena dapat berbunga. Ciri-ciri spesifik yang dapat membedakan nilam Jawa dan nilam Aceh secara visual yaitu pada daunnya. Permukaan daun nilam Aceh halus sedangkan nilam Jawa kasar. Tepi daun nilam Aceh bergerigi tumpul, Budidaya Tanaman Nila pada nilam Jawa bergerigi runcing, ujung daun nilam Aceh runcing, nilam Jawa meruncing. Nilam Jawa lebih toleran terhadap nematoda dan penyakit layu bakteri dibandingkan nilam Aceh, karena antara lain disebabkan oleh kandungan fenol dan ligninnya lebih tinggi dari pada nilam Aceh. (Disbun Jatim, 2013)



Gambar II.1 Tanaman Nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth)
Ciri-ciri fisik nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth).

1. Biasa terdapat di Filipina, Brazilia, Paraguay, Madagaskar dan Indonesia.
2. Daunnya agak membulat seperti jantung.
3. Bagian bawah daun terdapat bulu-bulu rambut sehingga warnanya pucat.
4. Jarang sekali berbunga.
5. Kadar minyak 2,5 – 5 % dan komposisinya bagus.
6. Kualitas minyaknya sangat tinggi.

II.2 Minyak Nilam

Minyak nilam tergolong dalam minyak atsiri atau minyak eteris, yaitu minyak yang mudah menguap dengan komposisi dan titik didih yang berbeda-beda (Guenther, 1987). Komponen utama dalam minyak nilam adalah *patchouli alcohol* (*patchoulol*).

Minyak diperoleh dari penyulingan uap terhadap daun keringnya. Pada umumnya, minyak nilam memiliki kadar *patchouli alcohol* tidak kurang dari 30% (Isfaroiny dan Mitarlis, 2005). Minyak nilam harus berwarna kuning jernih dan memiliki wangi khas dan sulit dihilangkan (Wandiatmoko, 2009). Minyak nilam tidak menguap pada suhu kamar, hal ini karena komponen-komponen dalam minyak nilam memiliki titik didih yang tinggi seperti *patchouli alcohol*, *patchoulen* dan *nonpatchoulenol* yang berfungsi sebagai zat pengikat yang tidak dapat digantikan oleh zat sintetis. Dan umumnya minyak nilam larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air (Ketaren, 1996).

Patchouli alcohol merupakan senyawa utama penyusun minyak nilam yang termasuk golongan *oxygenated sesquiterpen*. *Patchouli alcohol* tidak larut dalam air, melainkan larut dalam alkohol, eter atau pelarut organik lain yang mempunyai titik didih 280-288°C pada tekanan 760 mmHg. Kristal yang terbentuk mempunyai titik lebur 55-58°C. Komponen-komponen yang umum terkandung pada minyak nilam ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel II.1 Komponen Minyak Nilam

Komponen	Kandungan (%)	Titik didih (°C)	Berat Molekul
<i>Patchouli alcohool</i>	30	280,37	222,37
<i>α-bulnesen</i>	17	242,26	190,32
<i>α-gualen</i>	16	242,25	190,32
<i>Seychellen</i>	9	259,09	128,38
<i>α-patchoullen</i>	5	245,23	204,35
<i>β-kariofelin</i>	2,8	110,00	204,36
<i>β-patcoulen</i>	2	248,83	204,35
<i>Pogostol</i>	2	274,43	208,34
<i>σ-kadinen</i>	2	246,84	190,32
<i>Norpatchoulenol</i>	1	268,88	208,34
Kariofelin oksida	1	243,18	192,30
<i>Nortetrapatchoulenol</i>	0,001	268,88	208,34
<i>Eugenol</i>	-	253,00	164,30
<i>Benzaldehid</i>	-	178,00	106,15
<i>Sinnamaldehyd</i>	-	68-80	132,15

Sedangkan standar mutu minyak nilam telah ditetapkan dalam SNI 06-2385-2006 dengan rincian sebagai berikut :

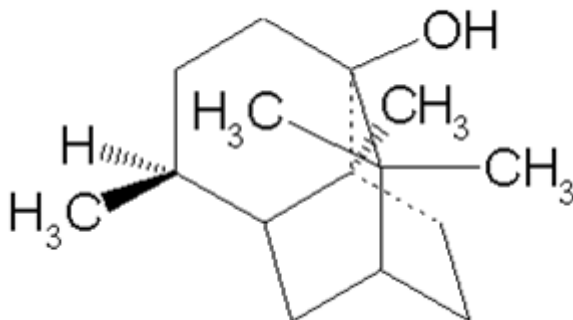
Tabel II.2 Standar Mutu Minyak Nilam

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Warna	-	Kuning muda – coklat kemerahan
2	Bobot Jenis	g/mL	0,950 – 0,975
3	Indeks bias	-	1,507 – 1,515
4	Kelarutan dalam etanol 90% pada suhu 20°C	-	Larutan Jernih atau opalesensi ringan dalam perbandingan volume 1:10
5	Bilangan Asam	-	Maks 8
6	Bilangan Ester	-	Maks 20
7	Putaran Optik	-	(-48°) – (-65°)
8	<i>Patchouli Alcohol</i> (C ₁₅ H ₂₆ O)	%	Min 30
9	<i>Alpha Copaene</i> (C ₁₅ H ₂₄)	%	Maks 0,5
10	Kandungan besi (Fe)	mg/kg	Maks 25

II.3 Patchouli Alcohol

Patchouli alcohol (C₁₅H₂₆O) merupakan senyawa utama penyusun minyak nilam yang termasuk golongan *sesquiterpene*. *Patchouli alcohol* meleleh pada suhu 55-58⁰ C, mendidih pada suhu 287⁰ C, tidak larut dalam air, larut dalam alkohol, eter, dan pelarut organik lainnya. Senyawa yang memiliki nama IUPAC

(1R,4S,4aS,6R,8aS)-*Octahydro-4,8a,9,9-tetramethyl-1,6-methanonaph-thalen-1(2H)-ol* ini merupakan senyawa trisiklik tersier seskuiterpen alkohol (*tricyclic tertiary sesquiterpene alcohol*).



Gambar II.2 Struktur *Patchouli Alcohol*

Berikut merupakan tabel penjelasan properti *patchouli alcohol*

Tabel II.3 Properti *Patchouli Alcohol*

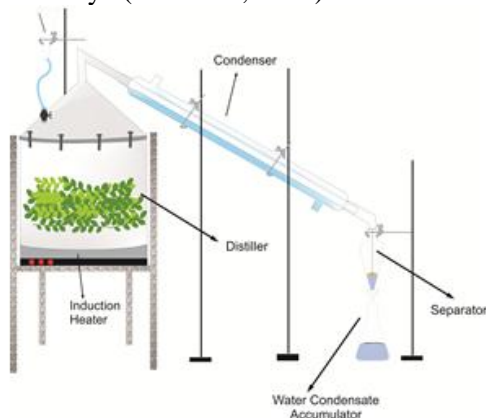
No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Warna	-	Tidak berwarna – Kuning pucat
2	Kadar	-	97,00 – 100,00 %
3	Indeks bias	-	1,5425 pada 20°C
4	<i>Melting point</i>	°C	55 – 58 pada 760 mmHg
5	<i>Boiling Point</i>	°C	140°C pada 8 mmHg
6	Bilangan Ester	°C	287 - 288 pada 760 mmHg
7	Tekanan Uap	-	0,000278 mmHg pada 25°C

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
8	<i>Flash Point</i>	°F	215
9	Kelarutan dalam alkohol	mg/l	42,87 pada 25°C

II.4 Metode Ekstraksi Minyak Nilam

II.4.1 Metode *Hydrodistillation*

Metode *hydrodistillation* mempunyai keuntungan karena dapat mengekstrak minyak dari bahan yang berbentuk bubuk (akar, kulit, kayu dan sebagainya) dan beberapa bahan yang mudah menggumpal jika disuling dengan uap seperti jenis bunga-bunga (bunga mawar dan *orange blossom*). Pengolahan minyak atsiri dengan metode *hydrodistillation* dikenal sebagai metode konvensional yang didasarkan pada prinsip bahwa campuran (uap minyak dan uap air) mempunyai titik didih sedikit lebih rendah dari titik didih uap air murni, sehingga campuran uap mendidih dibawah titik didihnya (Guenther, 1987).



Gambar II.3 Skema Alat Metode *Hydrodistillation*

II.4.2 Metode *Steam Hydrodistillation*

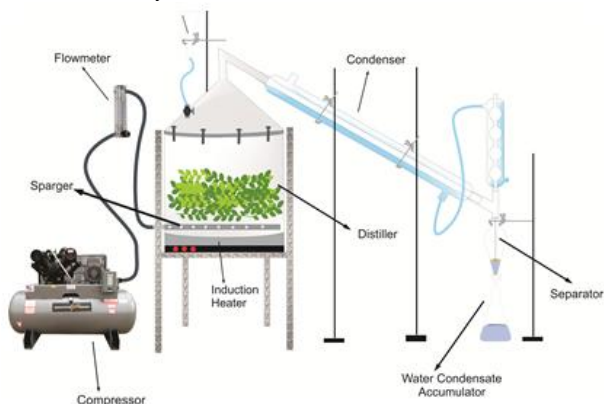
Steam-hydrodistillation penyulingan minyak atsiri

dengan cara ini memang sedikit lebih maju dan produksi minyaknya pun relatif lebih baik daripada metode *hydrodistillation*. Pada proses penyulingan ini, bahan yang akan diolah diletakkan di atas rak-rak atau saringan berlubang. Ketel suling diisi dengan air sampai permukaan air berada tidak jauh di bawah saringan. Air dapat dipanaskan dengan berbagai cara, salah satunya yaitu dengan uap jenuh yang basah dan bertekanan rendah. Ciri khas dari proses ini adalah sebagai berikut:

- a. Uap selalu dalam keadaan basah, jenuh dan tidak terlalu panas.
- b. Bahan yang disuling hanya berhubungan dengan uap dan tidak dengan air panas. (Guenther, 1987).

Metode ini pernah dipakai dalam mengekstrak minyak nilam oleh Yahya (Yahya and Yunus, 2013) dengan hasil terbaik kadar *patchouli alcohol* 47% yang didapat pada variabel waktu 10 jam dan sampel yang dihaluskan.

II.4.3 Metode Air-Hydrodistillation



Gambar II.4 Skema Alat Metode Air-Hydrodistillation

Metode ini merupakan metode baru dengan menggunakan skala alat yang lebih besar daripada metode-metode sebelumnya. Pemanas yang digunakan adalah kompor

induksi dengan tagki *distiller* yang lebih besar. Pelarut yang digunakan adalah air dengan ditambahkan aliran udara sebagai pembantu proses ekstraksi.

II.5 Kelebihan Memakai Air-Hydrodistillation

Kelebihan dari metode ini adalah:

1. Ekstraksi skala lebih besar, sehingga kemungkinan minyak yang ter-*recovery* lebih besar.
2. Penggunaan udara diharapkan dapat mengangkat fraksi berat dalam tanaman nilam.
3. Mudah diaplikasikan dalam kegiatan kemasyarakatan.

II.6 Parameter Minyak Atsiri

Beberapa parameter yang biasanya dijadikan standar untuk mengenali kualitas minyak atsiri meliputi :

1. Berat Jenis

Berat jenis merupakan salah satu kriteria penting dalam menentukan mutu dan kemurnian minyak atsiri. Nilai berat jenis minyak atsiri didefinisikan sebagai perbandingan antara berat minyak dengan berat air pada volume air yang sama dengan volume minyak pada yang sama pula. Berat jenis sering dihubungkan dengan fraksi berat komponen-komponen yang terkandung didalamnya. Semakin besar fraksi berat yang terkandung dalam minyak, maka semakin besar pula nilai densitasnya. Biasanya berat jenis komponen terpen teroksigenasi lebih besar dibandingkan dengan terpen tak teroksigenasi (Sastrohamidjojo, 2004).

2. Kelarutan dalam Alkohol

Telah diketahui bahwa alkohol merupakan gugus OH. Karena alkohol dapat larut dengan minyak atsiri maka pada komposisi minyak atsiri yang dihasilkan tersebut terdapat komponen-komponen terpen teroksigenasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Guenther (1987) bahwa kelarutan minyak dalam alkohol ditentukan oleh jenis komponen kimia yang terkandung dalam

minyak. Pada umumnya minyak atsiri yang mengandung persenyawaan terpen teroksigenasi lebih mudah larut daripada yang mengandung terpen. Makin tinggi kandungan terpen makin rendah daya larutnya atau makin sukar larut, karena senyawa terpen tak teroksigenasi merupakan senyawa non-polar yang tidak mempunyai gugus fungsional. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin kecil kelarutan minyak atsiri pada alkohol (biasanya alkohol 90%) maka kualitas minyak atsirinya semakin baik (Sastrohamidjojo, 2004).

II.7 Penelitian Terdahulu

Tabel II.4 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Judul	Metode	Hasil
<i>Solvent-Free Microwave Extraction Of Essential Oil From Dried Patchouli (Pogostemon cablin Benth) Leaves.</i> (Kusuma, Altway and Mahfud, 2018)	<i>Solvent-Free Microwave Extraction</i>	Kondisi yang optimal adalah sebagai berikut: Daya gelombang mikro 450 W, rasio antara massa bahan baku dengan volume penyuling (F / D) 0,06 g/mL, ukuran bahan baku utuh ($4,66 \pm 1,41$ cm) dan waktu ekstraksi 90 menit. Komposisi minyak esensial yang diperoleh menggunakan ekstraksi <i>microwave</i> bebas pelarut memenuhi standar kualitas ISO 3757: 2002 (E), dan komponen utamanya adalah nilam alkohol (53,68%).
<i>A Preliminary Study</i>	<i>Microwave</i>	Ekstraksi menggunakan

<i>of Patchouli Oil Extraction by Microwave Air-Hydrodistillation Method.</i> (Kusuma, Altway and Mahfud, 2017)	<i>Air-Hydrodistillati on Method</i>	metode MAHD (Daya gelombang mikro 600 W, rasio bahan dan pelarut (F/S) 0,10 g / mL dan laju aliran udara 3,0 L / menit.) dapat menghasilkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan MHD metode. MAHD dapat menghasilkan kualitas minyak nilam yang hampir sama bila dibandingkan menggunakan metode MHD metode MHD (26,32%) dan metode MAHD (25,23%).
<i>Influence of Sample Preparation and Extraction Time on Chemical Composition of Steam Distillation Derived Patchouli Oil</i> (Yahya and Yunus, 2013).	<i>Steam Distillation</i>	Hasil Terbaik dengan kadar <i>patchouli alcohol</i> 47% yang didapat pada variabel waktu 10 jam dan perlakuan sampel awal yang dihaluskan (ukuran 0-4 mm)

<p><i>Essential oil from Cinnamomum cassia bark through hydrodistillation and advanced microwave assisted hydrodistillation</i> (Jeyaratnam <i>et al.</i>, 2016)</p>	<p><i>Hydrodistillation</i></p>	<p>MAHD menghasilkan senyawa oksigenasi 9% lebih tinggi daripada HD. Selanjutnya, MAHD ditemukan lebih hemat energi dan ramah lingkungan, mengurangi emisi karbon dioksida secara keseluruhan dari HD sebesar 59%. Selain itu, studi sitotoksik menunjukkan bahwa minyak esensial yang diperoleh melalui MAHD menunjukkan konsentrasi letal 50 (LC50) yang lebih rendah dari 51,2 mg / L dibandingkan dengan HD (68,9 mg / L). Oleh karena itu, teknik MAHD sangat cocok untuk memperoleh minyak <i>volatile</i> dari <i>C. cassia</i>.</p>
--	---------------------------------	---

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Garis Besar Penelitian

Prinsip dari penelitian ini adalah mengekstrak minyak atsiri dari daun nilam (*Pogostemon cablin* Benth) dengan metode *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation* dalam skala *pilot plan*. Pada kedua metode tersebut, pertama bahan baku berupa daun nilam kering dengan ukuran daun berbeda (cacah atau utuh) di masukan dalam tabung *distiller* serta ditambahkan pelarut berupa air. Perbedaan antara metode *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation* adalah pada metode air *air-hydrodistillation* selain menggunakan pelarut, proses distilasinya dibantu dengan udara dari kompresor yang dialirkan ke dalam tangki *distiller*. Kemudian tangki *distiller* dipanaskan menggunakan kompor induksi untuk memulai proses distilasi. *Vapor* hasil distilat diumpunkan menuju kondensor untuk dikondensasikan dan produk campuran *essensial oil* dan air ditampung pada separator corong pemisah. Faktor-faktor yang akan mempengaruhi produk minyak nilam adalah ukuran daun, rasio bahan dengan pelarut dan laju aliran udara.

III.2 Bahan dan Alat

III.2.1 Bahan Penelitian

1. Daun nilam (*Pogostemon cablin* Benth)

Daun nilam yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Trenggalek dalam bentuk daun yang telah dikeringkan.

2. Akuades

Akuades dalam penelitian ini digunakan sebagai *solvent* untuk metode *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation*.

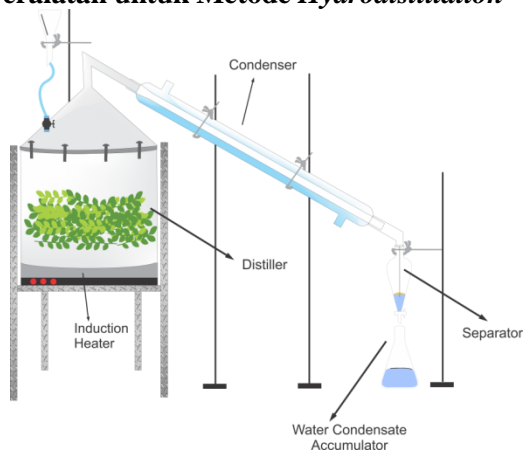
Sedangkan air yang digunakan pada kondensor untuk proses pendinginan adalah air PDAM.

3. Na_2SO_4 anhidrat

Na_2SO_4 anhidrat dalam penelitian ini digunakan untuk mengikat (menyerap) kandungan air yang masih terdapat dalam minyak atsiri.

III.2.2 Peralatan Penelitian

III.2.2.1 Peralatan untuk Metode *Hydrodistillation*



Gambar III.1 Skema Alat untuk *Hydrodistillation*

Deskripsi peralatan:

Skema peralatan untuk metode *hydrodistillation* dapat dilihat pada Gambar III.1. Peralatan utama terdiri dari pemanas (kompor induksi), *distiller*, dan kondensor serta dilengkapi dengan termometer, *drain valve*, barometer dan separator berupa corong pemisah. Spesifikasi peralatan utama adalah sebagai berikut:

1. Tabung *Distiller*

Bahan : *Stainless Steel*

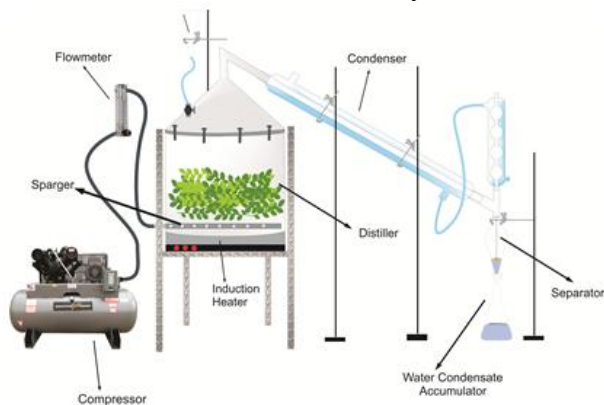
Type : *Flat bottom tank conical roof*

Dimensi : Diameter = 32 cm

Tinggi = 29 cm

- Tebal *Shell* : 3 mm
 Tebal *Head* : Bottom = 3 mm
 Top = 3,5 mm
2. Kondensor
- Bahan : *Stainless Steel*
 Type : *Flat bottom and roof tank* (Dengan *tube* untuk aliran distilat serta *shell* untuk pendingin)
- Dimensi : Diamater = 27 cm
 Tinggi = 50 cm
3. Pemanas (Kompor Listrik Induksi)
- Bahan : *Ceramic Plate*
 Merk : KRIS
 Type : IC-16
 Dimensi : Panjang = 29 cm
 Lebar = 27 cm
 Daya : 1600 watt
 Tegangan : 220 Volt/ 50Hz

III.2.2.2 Peralatan untuk Metode Air-Hydrodistillation



Gambar III.2 Skema Alat untuk Air-Hydrodistillation

Deskripsi peralatan:

Skema peralatan untuk metode *air hydrodistillation* dapat dilihat pada Gambar III.2. Peralatan utama terdiri dari pemanas (kompor induksi), kompresor, *distiller*, dan kondensor serta dilengkapi dengan *flowmeter*, termometer, *drain valve*, barometer dan separator berupa corong pemisah. Spesifikasi peralatan utama adalah sebagai berikut:

1. Tabung *Distiller*

Bahan : *Stainless Steel*
 Type : *Flat bottom tank conical roof*
 Dimensi : Diamater = 32 cm
 Tinggi = 29 cm
 Tebal *Shell* : 3 mm
 Tebal *Head* : Bottom = 3 mm
 Top = 3,5 mm

2. Kondensor

Bahan : *Stainless Steel*
 Type : *Flat bottom and roof tank* (Dengan *tube* untuk aliran distilat serta *shell* untuk pendingin)
 Dimensi : Diamater = 27 cm
 Tinggi = 50 cm

3. Pemanas (Kompor Listrik Induksi)

Bahan : *Ceramic Plate*
 Merk : KRIS
 Type : IC-16
 Dimensi : Panjang = 29 cm
 Lebar = 27 cm
 Daya : 1600 watt
 Tegangan : 220 Volt/ 50Hz

4. Kompresor

Merk : LAKONI
 Type : IMOLA-75
 Flow : 120 liter/min
 Tegangan : 220 Volt/ 50Hz
 Kapasitas : 10 Liter

Kec. Rotor : 2850 RPM
Power : 0,75 HP
Pressure : 8 bar (Maksimum)

III.3. Prosedur Penelitian

III.3.1 Percobaan dengan menggunakan metode *hydrodistillation*

1. Menimbang bahan sebanyak 0,25 kg; 0,5 kg; 0,75 kg; 1 kg (sesuai dengan variable) dan membuat ukuran daun nilam kering menjadi dua bentuk yaitu utuh dan cacah (1 cm).
2. Melakukan instalasi alat distilasi (lihat gambar III.1).
3. Memasukkan matriks yang telah ditimbang tersebut pada tangki distilasi dan menambahkan pelarut aquadest sehingga rasio bahan baku terhadap pelarut 0,025 g/ml; 0,05 g/ml; 0,075 g/ml; 0,1 g/ml.
4. Mengalirkan air pendingin pada sistem kondensor.
5. Menyalakan kompor induksi agar tangki distilasi yang telah berisi bahan dan pelarut mendapat panas secara konduksi sesuai kondisi operasi.
6. Menunggu sampai tetes pertama keluar dari kondensor.
7. Menghitung waktu ekstraksi mulai tetes pertama keluar dari kondensor.
8. Menghentikan proses ekstraksi setelah 8 jam.
9. Memisahkan minyak dari air dengan menggunakan corong pemisah.
10. Menambahkan Na_2SO_4 anhidrat yang digunakan untuk mengikat (menyerap) kandungan air yang masih terdapat dalam minyak atsiri, kemudian menampung minyak tersebut pada botol sampel dan tertutup.
11. Melakukan analisa terhadap minyak yang dihasilkan.

III.3.2 Percobaan dengan menggunakan metode *air-hydrodistillation*

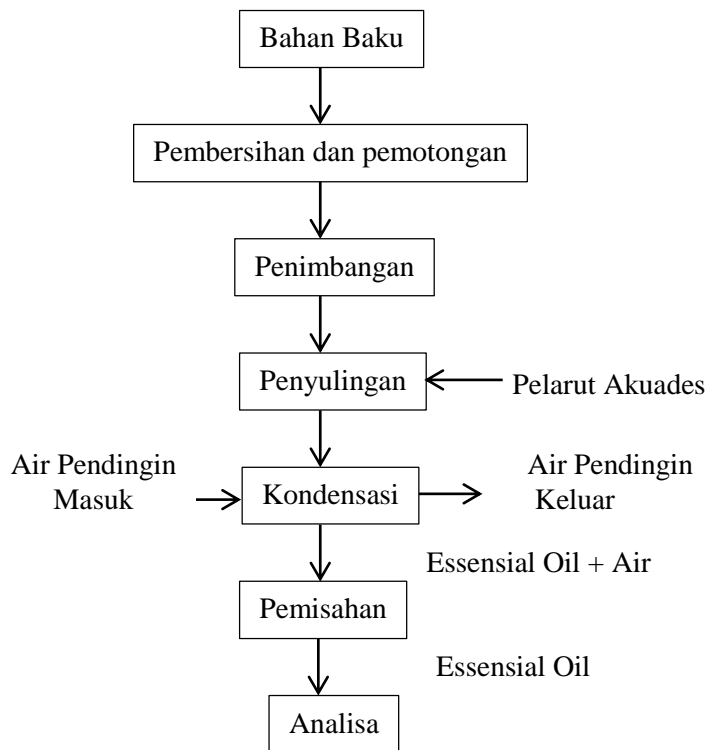
1. Menimbang bahan sebanyak 0,25 kg; 0,5 kg; 0,75 kg; 1 kg(sesuai dengan variable) dan membuat ukuran daun nilam kering menjadi dua bentuk yaitu utuh dan cacah (1 cm).
2. Melakukan instalasi alat distilasi (lihat gambar III.2).
3. Memasukkan matriks yang telah ditimbang tersebut pada tangki distilasi dan menambahkan pelarut aquadest sehingga rasio bahan baku terhadap pelarut 0,025 g/ml; 0,05 g/ml; 0,075 g/ml; 0,1 g/ml.
4. Mengalirkan udara bertekanan dengan laju alir 0, 3 L/min, 5 L/min, 7 L/min
5. Mengalirkan air pendingin pada sistem kondensor.
6. Menyalakan kompor induksi agar tangki distilasi yang telah berisi bahan dan pelarut mendapat panas secara konduksi sesuai kondisi operasi.
7. Menunggu sampai tetes pertama keluar dari kondensor.
8. Menghitung waktu ekstraksi mulai tetes pertama keluar dari kondensor.
9. Menghentikan proses ekstraksi setelah 8 jam.
10. Memisahkan minyak dari air dengan menggunakan corong pemisah,
11. Menambahkan Na_2SO_4 anhidrat yang digunakan untuk mengikat (menyerap) kandungan air yang masih terdapat dalam minyak atsiri, kemudian menampung minyak tersebut pada botol sampel dan tertutup.
12. Melakukan analisa terhadap minyak yang dihasilkan.

III.3.3 Percobaan Soxhletasi untuk Keperluan Menghitung %Recovery

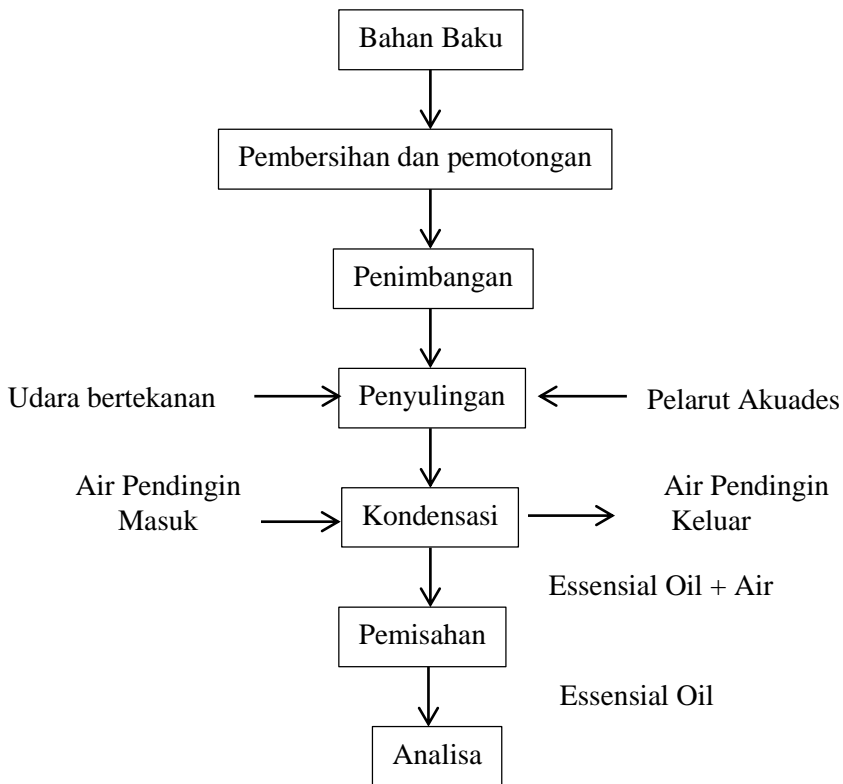
1. Merangkai peralatan soxhletasi.
2. Timbang bahan baku tanaman nilam kering seberat 35 gram.
3. Masukkan bahan kedalam rangkaian alat soxhlet.
4. Masukkan n-hexane sebanyak 500 mL.
5. Mengalirkan air pendingin pada sistem kondensor.

6. Nyalakan pemanas, kemudian tunggu hingga proses ekstraksi berjalan selama 20 siklus.
7. Kemudian pisahkan minyak dari n-hexane dengan menggunakan peralatan distilasi.
8. Melakukan analisa terhadap minyak yang dihasilkan.

III.4 Diagram alir percobaan



Gambar III.3 Diagram Alir Percobaan dengan Metode *Hydrodistilation*



Gambar III.4 Diagram Alir Percobaan dengan Metode *Air-Hydrodistillation*

III.5 Kondisi Operasi dan Variabel Penelitian

III.5.1 Kondisi Operasi

Kondisi operasi yang digunakan untuk metode *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation* adalah sebagai berikut:

1. Tekanan >1 atm
2. Waktu ekstraksi ± 8 jam
3. Daya kompor induksi: 1600 watt

III.5.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Metode Ekstraksi
Metode *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation*
- b. Ukuran Bahan Baku
Utuh dan cacah
- c. Laju alir udara
0, 3 L/min, 5 L/min, 7 L/min
- d. Rasio bahan baku terhadap *solvent*
0,025 g/ml; 0,05 g/ml; 0,075 g/ml; 0,1 g/ml

III.6 Besaran Penelitian yang Diukur

Adapun beberapa besaran dan analisa yang dilakukan terhadap minyak nilam yang diperoleh antara lain adalah sebagai berikut :

1. Pengukuran *yield* minyak atsiri

Pengukuran *yield patchouli oil* dengan rumus sebagai berikut:

$$Yield = \frac{\text{massa minyak}}{\text{massa bahan (1 - x)}} \times 100\%$$

Dimana x = kadar air (%)

2. *Recovery*

Analisa *recovery* dilakukan dengan membandingkan nilai *yield* minyak hasil ekstraksi *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation* dengan *yield* minyak hasil ekstraksi soxhlet. Sebagai pelarut ekstraksi soxhlet digunakan n-hexane dengan waktu ekstraksi sebanyak 20 siklus. Setelah didapatkan nilai *yield*, dilakukan perhitungan dengan rumus :

%Recovery jam ke-n =

$$\frac{\text{Akumulasi yield minyak pada jam ke - n}}{\text{yield minyak hasil soxhletasi}} \times 100\%$$

3. Uji GC-MS

Minyak nilam dianalisa komposisinya dengan menggunakan GC-MS.

4. Uji SEM

Daun nilam sebelum dan sesudah diekstraksi dianalisa morfologi permukaanya menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

5. Penetapan sifat fisik :
 - a. Analisa berat jenis dengan menggunakan piknometer
 - b. Analisa kelarutan dalam alcohol

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB IV

PEMBAHASAN

IV.1 Proses Ekstraksi Minyak Atsiri dari Daun Nilam

Penelitian ekstraksi minyak atsiri dari daun nilam ini dilakukan dengan metode *Air-Hydrodistillation* dan *Hydrodistillation*. Alat yang digunakan adalah alat dengan skala pilot. Pada proses ekstraksi minyak nilam, pelarut yang digunakan adalah akuades sebanyak satu liter atau satu kilogram. Pertimbangan pemakaian satu liter akuades adalah kapasitas tangki distiller. Dengan menambahkan satu liter akuades, maka ketinggian akuades sudah mencapai setengah tangki *distiller* sebelum ditambahkan bahan. Kemudian bahan yang digunakan adalah tanaman nilam kering dengan rasio bahan per *solvent* sebesar 0,025; 0,05; 0,075; dan 0,1. Pada penelitian sebelumnya yang terkait, penggunaan rasio yang digunakan adalah 0,05; 0,1; dan 0,15 (Kusuma, Altway and Mahfud, 2017). Dikarenakan pada saat dilakukan *trial* alat terkait, dengan menggunakan rasio 0,15 ternyata bahan yang diekstraksi mengalami kekosongan sehingga menyebabkan *yield* minyak yang dihasilkan sangat kecil. Oleh karena itu pada penelitian ini rasio paling besar yang digunakan adalah 0,1 dengan jarak variabel yang diperkecil untuk mempermudah pengamatan fenomena yang terjadi.

Pada metode *Air-Hydrodistillation*, terdapat penambahan udara yang masuk pada tangki *distiller* melalui sebuah kompressor. Laju aliran udara diatur melalui *flowmeter*. Laju aliran udara yang digunakan adalah 0 L/min (*hydrodistillation*), 3 L/min, dan 5 L/min. Pemilihan laju alir udara dengan angka tersebut didasari pada penelitian Kusuma (Kusuma, Altway and Mahfud, 2017), dengan menggunakan laju alir udara 0; 1,5; dan 3 L/min. Namun penelitian tersebut dilakukan pada skala kecil yaitu dengan volume *solvent* 400 mL. Dengan perkiraan penambahan skala, maka laju alir udara diperbesar sehingga laju alir udara maksimal yang digunakan adalah 5 L/min.

Selain rasio bahan per *solvent* dan laju alir udara, perlakuan terhadap bahan juga dimasukkan dalam variabel

percobaan. Bahan baku yang digunakan adalah nilam kering dengan perlakuan utuh dan cacah. Untuk bahan cacah, ukuran cacahan adalah ± 1 cm.

Percobaan dilakukan selama delapan jam dengan setiap jam pengambilan minyak. Hal ini diperuntukkan mengamati *yield* per jam dari proses ekstraksi. Jam pertama dimulai ketika kondensat pertama menetes dalam corong pemisah. Selain pengamatan per jamnya, kondensat yang telah dipisahkan dari minyak atsiri dikembalikan atau di-*reflux* kedalam tangki *distiller*. Hal ini diperuntukkan menjaga rasio bahan per *solvent*.

Dalam penelitian ini dipelajari pengaruh dari beberapa parameter pada ekstraksi minyak nilam dengan metode *air-hydrodistillation* dan *hydrodistillation*. Dimana parameter yang berpengaruh terhadap *yield* dan kualitas dari minyak nilam yang diperoleh dengan menggunakan metode *air-hydrodistillation* dan *hydrodistillation*, meliputi rasio bahan per *solvent*, laju alir udara, dan perlakuan bahan baku.

IV.2 Parameter yang Berpengaruh pada Ekstraksi Minyak Nilam dengan Metode Air-Hydrodistillation dan Hydrodistillation

IV.2.1 Perhitungan Kadar Air Bahan

Kadar air adalah presentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) atau berat kering (*dry basis*). Kadar air mempunyai pengaruh dan peranan yang besar terhadap mutu suatu produk yaitu *yield* minyak nilam. Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode termogravimetri (metode oven). Sampel yang akan dihitung kadar airnya ditimbang terlebih dahulu, lalu dikeringkan pada oven dengan suhu 110°C. Kemudian dilakukan penimbangan pada sampel perjamnya hingga berat sampel konstan. Berikut rumus perhitungan kadar air :

$$\text{kadar air (basis kering)} = \frac{b-(c-a)}{(c-a)} \times 100\%$$

$$\text{kadar air (basis basah)} = \frac{b-(c-a)}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat cawan kering

b = berat bahan awal yang digunakan sebelum dikeringkan

c = berat konstan cawan berisi bahan kering

(Nadia, 2009)

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini bervariasi dikarenakan bahan yang datang secara bergantian. Sehingga dalam menghitung *yield* minyak yang dihasilkan perlu diperhitungkan kadar air yang terkandung dalam bahan tersebut. Berikut ini data kadar air dari bahan yang digunakan.

Tabel IV.1 Data Kadar Air Bahan dan Pengaruhnya Terhadap Massa Bahan

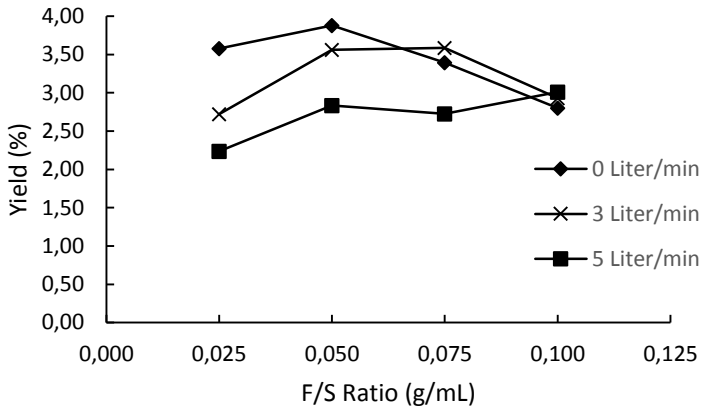
No	Jenis Bahan	Tanggal Datang	Kadar Air (%)
1	Nilam Kering	24 Februari 2018	13,7765
2	Nilam Kering	12 Maret 2018	19,6505
3	Nilam Kering	2 April 2018	17,9034
4	Nilam Kering	17 Mei 2018	25,7396

Berdasarkan Tabel IV.1, untuk daun nilam kering yang dipesan dari Kabupaten Trenggalek dan datang pada tanggal 24 Februari 2018 memiliki kadar air 13,7765 %. Kemudian untuk nilam kering yang datang pada tanggal 12 Maret 2018 memiliki kadar air 19,6505 %. Untuk nilam kering yang datang pada tanggal 2 April 2018 didapat kadar air 16,7786 %. Dan pada nilam terakhir yang datang pada 17 Mei 2018 didapat kadar air sebesar 25,7396%.

IV.2.2 Pengaruh Rasio Bahan terhadap *Yield* Minyak Nilam

Salah satu faktor penting yang mempengaruhi ekstraksi dengan metode *Air-hydrodistillation* adalah rasio bahan baku terhadap *solvent*. Pada proses ekstraksi, ditetapkan bahwa *solvent* yang dipakai adalah 10 liter. Sehingga massa bahan baku berubah sesuai dengan variabel yang digunakan. Profil *yield* minyak nilam yang diperoleh terhadap rasio antara massa bahan baku dengan

volume *solvent* dari metode *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation* pada ukuran bahan baku utuh yang digunakan dapat dilihat pada Grafik IV.1



Grafik IV.1 Pengaruh Rasio Bahan Baku terhadap *Yield* Minyak Nilam dengan Laju Alir Udara yang Berbeda. (Dengan kondisi operasi : bahan baku utuh dan waktu ekstraksi 8 jam)

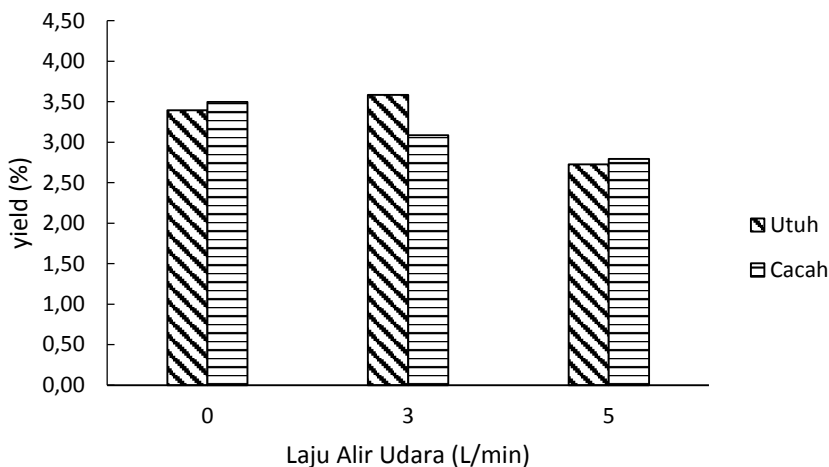
Dari Grafik IV.1 dapat diamati distribusi pengaruh berbagai rasio bahan baku terhadap *yield* minyak nilam dengan laju alir yang berbeda. Pada metode *hydrodistillation*, secara umum semakin besar rasio maka % *yield* yang dihasilkan akan semakin kecil. Terjadi peningkatan *yield* pada rasio 0,025 yaitu 3,58% menuju rasio 0,05 yaitu 3,881%. Kemudian menurun pada rasio 0,075 dengan *yield* 3,395% hingga rasio 0,1 dengan *yield* 2,8%. Penurunan ini sesuai dengan pernyataan Guenther (1987) dan F. Chen (F. Chen *et al.*, 2018), bahwa kepadatan bahan yang dimasukkan akan berpengaruh pada laju penetrasi uap. Jika bahan yang dimasukkan semakin banyak dan memenuhi labu *distiller*, maka uap menjadi sulit terpenetrasi dalam bahan untuk membawa molekul minyak atsiri terdifusi keluar dari bahan. Tingkat kepadatan juga berhubungan dengan ruang antar molekul

bahan. Kepadatan bahan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terbentuknya jalur uap “*rat holes*” yang dapat menurunkan *yield* dan mutu minyak atsiri. Kemudian J. Chen (J. Chen *et al.*, 2018) menambahkan pada volume *solvent* yang semakin besar, maka akan meningkatkan *driving force*. Sehingga *yield* yang dihasilkan pada *solvent* yang kecil akan semakin kecil. Rasio terbaik yang didapat pada metode *hydrodistillation* adalah pada rasio 0,05 dimana merupakan titik puncak %*yield* yang dihasilkan pada metode *hydrodistillation*.

Pada metode *air-hydrodistillation* terdapat dua laju alir udara yang dipakai yaitu 3 liter/min dan 5 liter/min. Pada laju alir udara 3 liter/min, terjadi peningkatan *yield* pada rasio 0,025 yaitu 2,721% menuju rasio 0,05 yaitu 3,561% hingga rasio 0,075 yaitu 3,585%. Setelah itu menurun pada rasio 0,1 dengan *yield* 2,932%. Hal tersebut dikarenakan karena bahan yang terlalu padat dalam tangki *distiller* sehingga menyebabkan uap menjadi sulit menembus bahan untuk membawa molekul minyak keluar (Guenther, 1987). Sehingga bisa dikatakan rasio 0,075 merupakan titik terbaik pada *air-hydrodistillation* dengan laju udara 3 liter/min.

Kemudian pada laju alir udara 5 liter/min, secara umum menghasilkan %*yield* yang semakin besar ketika rasio bahan semakin besar. Namun terjadi penurunan pada rasio 0,05 dengan *yield* 2,834% menuju rasio 0,075 yaitu 2,725%. Hal ini menurut Fachrudin (Fachrudin and Velayas, 2016), disebabkan karena komponen-komponen minyak atsiri menguap terlebih dahulu sebelum diekstrak. Faktor yang mempengaruhi kondisi tersebut yaitu umur dari bahan baku yang sudah terlalu lama dan posisi penyimpanan dalam wadah. Belum terdapat kondisi terbaik pada *air-hydrodistillation* dengan laju alir udara 5 liter/min karena grafik yang masih menunjukkan tren positif.

IV.2.3 Pengaruh Ukuran Bahan terhadap *Yield* Minyak Nilam



Grafik IV.2 Pengaruh Ukuran Bahan Baku terhadap *Yield* Minyak Nilam dengan Laju Alir Udara yang Berbeda. (Dengan kondisi operasi : Rasio F/S 0,075 dan waktu ekstraksi 8 jam)

Pengaruh ukuran bahan baku terhadap *yield*(%) pada berbagai laju aliran udara dijelaskan pada **Grafik IV.2**. Terdapat dua ukuran bahan baku, yaitu utuh dan cacah. Dan tiga laju alir udara yaitu 0, 3, dan 5 liter per menit. Yang pertama, pada laju alir udara 0 liter per menit. Bahan baku cacah menghasilkan *yield* yang lebih besar yaitu 3,499% sedangkan untuk bahan baku utuh menghasilkan *yield* 3,395%, hal ini sesuai dengan pernyataan Jahongir (Jahongir *et al.*, 2018) yang menyatakan bahwa dengan memperkecil ukuran partikel maka akan memperluas permukaan kontak. Sehingga *yield* minyak hasil ekstraksi akan semakin besar.

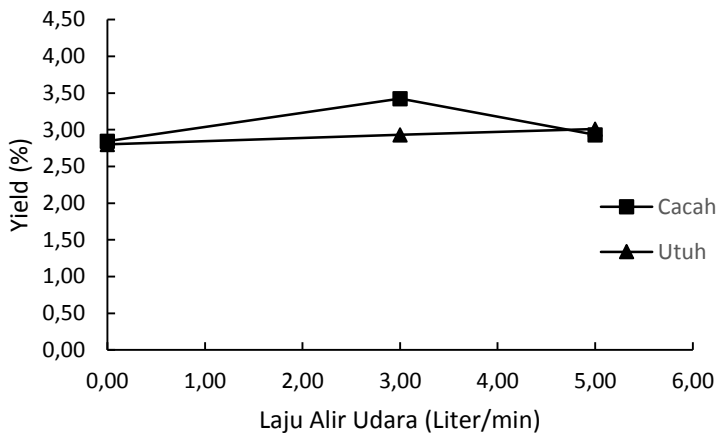
Kemudian pada laju alir udara 3 liter per menit, ekstraksi bahan baku utuh menghasilkan *yield* yang lebih besar daripada bahan baku cacah yaitu 3,585%, sedangkan untuk bahan baku utuh menghasilkan *yield* 3,085%. Seharusnya bahan baku utuh memiliki

nilai *yield* yang lebih kecil, hal tersebut mungkin disebabkan karena komponen-komponen minyak atsiri menguap terlebih dahulu sebelum diekstrak. Faktor yang mempengaruhi kondisi tersebut yaitu umur dari bahan baku yang sudah terlalu lama dan posisi penyimpanan dalam wadah (Fachrudin and Velayas, 2016).

Yang terakhir pada laju alir udara 5 liter per menit, ekstraksi bahan baku cacah menghasilkan *yield* yang lebih besar daripada bahan baku utuh yaitu 2,792%, sedangkan untuk bahan baku utuh menghasilkan *yield* 2,725%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Jahongir (Jahongir *et al.*, 2018) yang menyatakan bahwa dengan memperkecil ukuran partikel maka akan memperluas permukaan kontak. Sehingga *yield* minyak hasil ekstraksi akan semakin besar.

IV.2.4 Pengaruh Laju Alir Udara terhadap *Yield* Minyak Nilam

Dalam penelitian ini digunakan dua metode berbeda yaitu *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation* yang bertujuan untuk membandingkan mutu dan *yield* minyak nilam serta mempelajari pengaruh penambahan laju alir udara dalam proses ekstraksi. Hipotesa dari penelitian ini adalah dengan adanya penambahan aliran udara dalam proses ekstraksi diharapkan dapat membantu mengangkat fraksi berat dalam minyak nilam, sehingga *yield* yang minyak dihasilkan tinggi. Selain itu, dengan semakin tinggi fraksi komponen berat dalam minyak nilam yang terbawa menjadi kondensat produk, maka dapat meningkatkan kualitas dari minyak nilam tersebut.

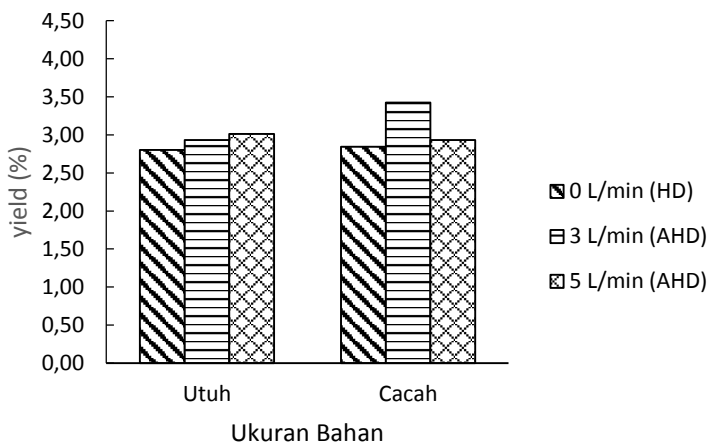


Grafik IV.3 Pengaruh Laju Alir Udara terhadap Yield Minyak Nilam dengan Laju Alir Udara yang Berbeda. (Kondisi operasi : rasio bahan 0,1 dan waktu ekstraksi 8 jam)

Pada penelitian ini, digunakan dua bahan yang memiliki ukuran yang berbeda, yaitu bahan utuh dan cacah. Pada bahan utuh, pada laju alir udara 0 L/min (metode *hydrodistillation*) *yield* yang dihasilkan adalah sebesar 2,8005%. Sedangkan, ketika ditambahkan aliran udara (metode *air-hydrodistillation*) pada proses ekstraksi dengan laju alir udara 3 L/min didapatkan *yield* sebesar 2,9315 %. Ketika laju volumetrik udara tersebut dinaikan menjadi 5 L/min, *yield* minyak yang dihasilkan juga meningkat menjadi 3,0107 %. Hal ini dapat menggambarkan bahwa kenaikan % *yield* meningkat seiring dengan meningkatnya laju alir udara. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Costa (Costa *et al.*, 2015) yaitu dengan adanya sirkulasi udara mengakibatkan terjadinya gerakan intens terhadap partikel atau senyawa berat pada minyak, yang memungkinkan untuk terjadinya tingkat kontak yang tinggi antara senyawa berat tersebut terhadap gas secara vertikal. Dengan demikian, dapat dipahami bahwa peningkatan aliran udara memberikan peluang besar terhadap terjadinya perpindahan massa. Fenomena ini diperkuat dengan pernyataan Huiliñir (Huiliñir and Villegas, 2015) yang menyebutkan bahwa udara yang mengalir

dapat membawa suatu zat atau partikel cair mengikuti aliran udara tersebut. Besarnya jumlah zat atau partikel yang terbawa berbanding lurus terhadap besarnya laju alir udara yang diberikan. Sedangkan untuk bahan cacah, didapatkan keterangan dari grafik bahwa pada laju alir udara 0 L/min (metode *hydrodistillation*), *yield* yang dihasilkan sebesar 2,8455 %. Ketika ditambahkan aliran udara (metode *air-hydrodistillation*) pada proses ekstraksi dengan laju volumetrik 3 L/min didapatkan *yield* sebesar 2,8455 %. Hal tersebut dikarenakan adanya sirkulasi udara mengakibatkan terjadinya gerakan intens terhadap partikel atau senyawa berat pada minyak terhadap gas secara vertikal sehingga dapat membawa suatu zat atau partikel cair mengikuti aliran udara tersebut. Namun, ketika laju alir udara ditambahkan menjadi laju alir 5 L/min *yield* minyak yang dihasilkan turun menjadi 2,9315 %. Fenomena penurunan *yield* ini dimungkinkan karena penggunaan laju alir udara yang cukup tinggi, menurut Wang (Wang, Zhang and Choi, 2018) laju alir udara sangat memengaruhi kondisi temperatur suatu sistem. Maka, dalam penelitian ini dapat diartikan apabila penggunaan laju alir udara yang cukup besar dapat menurunkan kondisi operasi suhu dalam *distiller*. Menurunnya kondisi suhu operasi *distiller* ini menyebabkan tidak optimalnya proses ekstraksi. Sehingga, uap produk atau kondensat produk yang dihasilkan berkurang. Kemungkinan kedua adalah terbentuknya butiran kecil minyak yang lebih mudah terbawa udara. Hal tersebut dinyatakan oleh Wang (Wang, Wang and Wang, 2017) yaitu laju alir udara yang tinggi dan kuat menyebabkan terjadinya pembentukan butiran *bubble* kecil dan dalam jumlah yang banyak pada suatu zat cair. Butiran kecil ini sangat riskan untuk hilang bersama udara. Kondisi kondensor yang memiliki jalur kontak pendek antara uap dan air pendingin serta penggunaan laju alir udara tinggi memungkinkan minyak dalam bentuk *bubble* kecil tidak terkondensatkan dengan baik.

IV.2.5 Perbandingan Metode Ekstraksi terhadap *Yield* Minyak Nilam



Grafik IV.4 Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap *Yield* Minyak Nilam dengan Laju Alir Udara yang Berbeda. (Dengan kondisi operasi : Rasio bahan 0,1 dan waktu ekstraksi 8 jam)

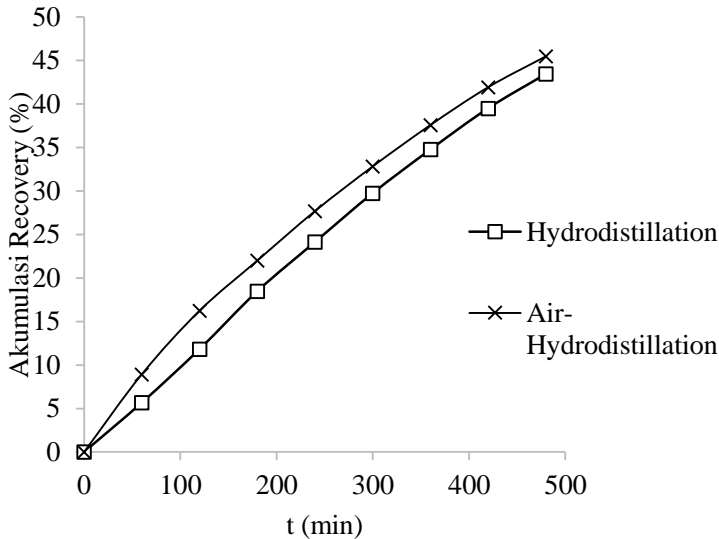
Pengaruh metode ekstraksi terhadap besar *yield* (%) pada ukuran bahan baku yang berbeda dijelaskan pada **Grafik IV.4** terdapat dua ukuran bahan baku yang dipakai, yaitu utuh dan cacah. Pada bahan baku utuh, metode *air-hydrodistillation* menghasilkan *yield* yang lebih besar daripada metode *hydrodistillation*. Hal ini ditunjukkan dari tren grafik yang terus meningkat ketika laju alir udara meningkat. Pada laju alir udara 0 L/min menghasilkan *yield* 2,8%, untuk 3 L/min menghasilkan *yield* 2,931%, dan untuk 5 L/min menghasilkan *yield* 3,011%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusuma (Kusuma, Altway and Mahfud, 2017) bahwa semakin besar laju alir udara maka akan menghasilkan *yield* yang lebih besar. Hal tersebut dikarenakan penambahan laju alir udara akan membawa komponen berat minyak nilam.

Kemudian pada bahan baku cacah, metode *air-hydrodistillation* menghasilkan *yield* yang lebih besar daripada metode *hydrodistillation*. Hal ini ditunjukkan pada laju alir udara

3 L/min dan 5 L/min menghasilkan *yield* yang lebih besar daripada 0 L/min. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Kusuma (Kusuma, Altway and Mahfud, 2017) bahwa semakin besar laju alir udara maka akan menghasilkan *yield* yang lebih besar. Hal tersebut dikarenakan penambahan laju alir udara akan membawa komponen berat minyak nilam. Namun terdapat penurunan pada laju alir 3 L/min menuju 5 L/min. Fenomena penurunan *yield* ini dimungkinkan karena penggunaan laju alir udara yang cukup tinggi, menurut Wang (Wang, Zhang and Choi, 2018) Laju air udara sangat memengaruhi kondisi temperatur suatu sistem. Maka, dalam penelitian ini dapat diartikan apabila penggunaan laju alir udara yang cukup besar dapat menurunkan kondisi operasi suhu dalam *distiller*. Menurunnya kondisi suhu operasi *distiller* ini menyebabkan tidak optimalnya proses ekstraksi. Sehingga, uap produk atau kondensat produk yang dihasilkan berkurang. Kemungkinan kedua adalah terbentuknya butiran kecil minyak yang lebih mudah terbawa udara. Menurut Wang (Wang, Wang and Wang, 2017) laju alir udara yang tinggi dan kuat menyebabkan terjadinya pembentukan butiran *bubble* kecil dan dalam jumlah yang banyak pada suatu zat cair. Butiran kecil ini sangat riskan untuk hilang bersama udara. Kondisi kondensor yang memiliki jalur kontak pendek antara uap dan air pendingin serta penggunaan laju alir udara tinggi memungkinkan minyak dalam bentuk *bubble* kecil tidak terkondensasi dengan baik.

IV.2.6 Perbandingan Recovery pada Ekstraksi Minyak Nilam dengan Metode Hydrodistillation dan Air-Hydrodistillation

Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan recovery untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan aliran udara pada metode air-hydrodistillation dalam mengekstrak sejumlah besar kandungan minyak atsiri yang terdapat dalam daun nilam apabila dibandingkan dengan metode hydrodistillation. Nilai akumulasi recovery dapat diperoleh dengan cara membandingkan *yield* minyak atsiri yang didapat dengan masing-masing metode yang digunakan dengan *yield* minyak atsiri yang didapatkan dari metode soxhlet. Untuk *yield* minyak nilam yang dihasilkan dengan menggunakan metode soxhlet memiliki nilai sebesar 6,4478 %.



Grafik IV.7 Akumulasi *Recovery* dari Minyak Nilam yang Diperoleh dengan Metode Hydrodistillation dan Air-Hydrodistillation

Grafik perbandingan recovery metode hydrodistillation dan air-hydrodistillation dapat dilihat pada grafik IV.7 Ekstraksi minyak nilam dengan kedua metode tersebut menghasilkan akumulasi recovery minyak atsiri yang berbeda. Data yang diambil adalah ukuran bahan utuh pada rasio 0,1 untuk metode hydrodistillation. Kemudian untuk air-hydrodistillation menggunakan data dengan ukuran bahan baku utuh, rasio 0,1 dan laju alir udara sebesar 3 L/min. Pada metode hydrodistillation, didapatkan yield sebesar 2,8%. Jika dihitung, akumulasi recovery yang dihasilkan adalah 43,4342%. Sedangkan untuk air-hydrodistillation didapatkan yield sebesar 2,9315%, menghasilkan akumulasi recovery yang lebih tinggi yaitu 45,4651%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusuma (Kusuma, Altway and Mahfud, 2017) bahwa aliran udara akan mengangkat fraksi berat dari minyak nilam, sehingga akan meningkatkan yield minyak nilam.

IV.2.7 Analisa Properti Fisik Minyak Nilam

Dalam penentuan kualitas dari minyak nilam yang diperoleh dengan menggunakan metode *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation*, maka perlu dilakukan pengujian terhadap sifat fisik dan kimia. Selain dapat digunakan untuk memperoleh gambaran tentang kemurnian dan kualitas dari minyak atsiri, dengan cara membandingkan hasil analisa sifat fisik dengan data standar mutu ini jugadapat digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pemalsuan terhadap minyak atsiri (Guenther, 1990).

IV.2.7.1 Berat Jenis

Berat jenis atau bobot jenis merupakan kriteria yang cukup penting dalam menentukan kemurnian senyawa organik, dalam hal ini adalah minyak nilam. Bobot jenis merupakan salah satu kriteria penting dalam penentuan mutu dan kemurnian minyak atsiri. Berat jenis minyak nilam didefinisikan sebagai perbandingan antara berat minyak nilam dengan berat air pada volume air yang sama dengan volume minyak yang sama. Berat jenis dikaitkan dengan fraksi berat komponen-komponen yang terkandung dalam minyak nilam. Semakin tinggi fraksi massa yang terkandung dalam minyak nilam seperti sesquiterpen, patchouli alkohol, patchoulena, eugenol benzoat, maka semakin besar pula nilai bobot jenis minyak nilam. Hal ini dikarenakan fraksi-fraksi massa tersebut banyak mengandung molekul yang berantai panjang dan relatif banyak ikatan tak jenuh atau banyak gugusan oksigen karena terjadinya reaksi oksidasi. Semakin besar konsentrasi fraksi berat dalam minyak, akan semakin besar pula nilai berat jenisnya. Berat jenis minyak nilam hasil dari ekstraksi dibandingkan dengan standar yang sudah adaa, yaitu SNI 06-2385-2006.

Tabel IV.2 Data Hasil Perhitungan Properti Fisik Minyak Nilam

Properti Fisik	SNI 06-2385-2006	Hydrodistillation		Air-Hydrodistillation	
		Utuh	Cacah	Utuh	Cacah
Berat Jenis (g/ml)	0,950-0,975 (20°)	0,9799±0,0053 (20°C)	0,9803 ± 0,0123 (20°C)	0,9804±0,0081 (20°C)	0,9813±0,0097 (20°C)

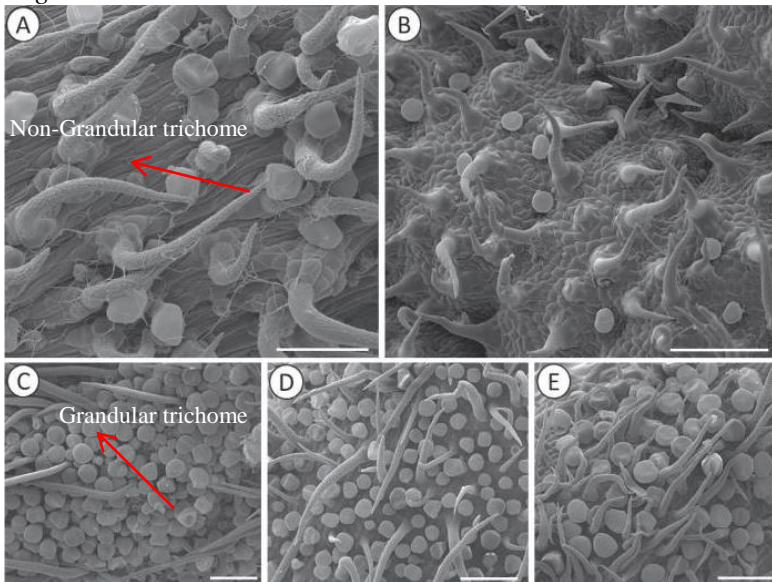
Kelarutan terhadap Alkohol (Etanol 90%)	1:10	1:10	1:9	1:9	1:9

IV.2.7.2 Kelarutan terhadap Alkohol

Alkohol dengan minyak atsiri dapat saling melarut, maka disimpulkan pada komposisi minyak nilam terdapat komponen-komponen terpen beroksigen (*patchouli alcohol*). Menurut Guenther (1987), kelarutan minyak dalam alkohol ditentukan oleh jenis komponen kimia yang terkandung dalam minyak. Pada umumnya minyak atsiri yang mengandung persenyawaan terpen beroksigen akan lebih mudah larut daripada yang mengandung terpen. Dapat disimpulkan bahwa semakin kecil kelarutan minyak nilam pada alkohol (etanol 90%) maka kualitas minyak nilam semakin baik. Kelarutan dalam alkohol (etanol 90%) menyatakan perbandingan volume minyak atsiri dan volume alkohol (etanol 90%) yang dibutuhkan untuk melarutkan minyak atsiri. Minyak nilam hasil penelitian memiliki nilai kelarutan dalam alkohol (etanol 90%) rata-rata sebesar 1:9. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas minyak nilam hasil penelitian lebih baik karena berdasar Sastrohamidjojo (2004) semakin kecil kelarutan minyak atsiri pada alkohol (etanol 90%) maka kualitas minyak atsirinya semakin baik. Kelarutan dalam alkohol (etanol 90%) yang lebih kecil ini apabila dibandingkan dengan SNI 06-2385-2006 disebabkan oleh besarnya komponen terpen beroksigen yang terdapat pada minyak nilam yang diperoleh. Sehingga apabila kadar terpen beroksigen yang terdapat pada minyak nilam semakin tinggi maka dapat menyebabkan minyak nilam yang diperoleh memiliki kelarutan dalam alkohol yang semakin tinggi (semakin mudah larut dalam alkohol dan memiliki kelarutan dalam alkohol (etanol 90%) yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan SNI 06-2385-2006)

IV.2.7.3 Analisa Scanning Electron Microscope (SEM)

Uji SEM dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui letak penyimpanan minyak atsiri pada daun nilam dan mengetahui pengaruh tekanan dari uap yang mendorong minyak atsiri berdifusi keluar dari jaringan daun terhadap bentuk morfologi daun. Berikut adalah contoh hasil karakterisasi SEM dari daun *Lippia organoides* Kunth.



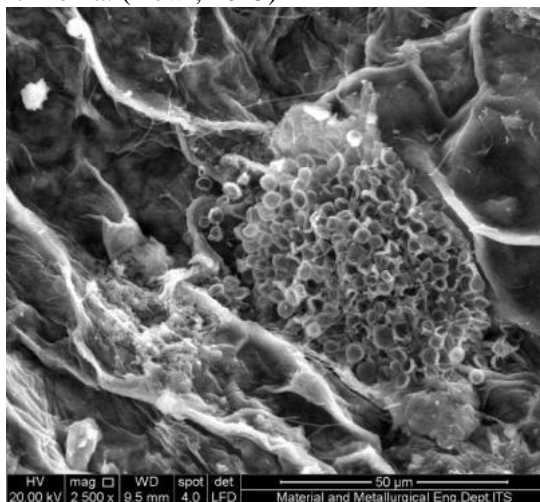
(Tozin, 2014)

Gambar IV.1 Scanning electron micrographs of leaves and floral parts of *Lippia organoides* Kunth showing glandular and non-glandular trichomes. A. Abaxial leaf surface. B. Adaxial leaf surface. C. Abaxial bract surface. D. Abaxial sepal surface. E. Abaxial petal surface. Scale bars: A-E = 100 μm ; B = 200 μm

Gambar IV.1 menunjukkan bagian *derivate epidermis* atau trikoma dengan jenis granular dan non granular dari daun *Lippia organoides* Kunth. Menurut Dewi (2015) keragaman jenis serta bentuk dari trikoma yang ditemukan memiliki keterkaitan dengan fungsi trikoma yang merupakan *derivate epidermis* sebagai pelindung organ daun. Masing-masing trikoma mempunyai fungsi yang berbeda, trikoma non-kelenjar antara lain berfungsi sebagai

penghalang masuknya *pathogen* melalui stomata, sedangkan trikoma kelenjar berfungsi mengeluarkan metabolit sekunder. Menurut Tozin (2014), trikoma berkelenjar dari daun *Lippia organoides* Kunth menghasilkan sekret atau metabolit sekunder berupa minyak.

Bentuk, ukuran serta kerapatan bentuk serta jenis trikoma juga mempengaruhi terhadap fungsi dari trikoma dalam perlindungan organ daun suatu tanaman. Dikatakan bahwa trikoma pada jaringan epidermis mempunyai sifat khusus sebagai daya pertahanan dari serangga yang ditentukan oleh adanya kelenjar (glandula) atau tidak (non sekretori), kerapatan, panjang, bentuk, dan ketegakan trikoma. (Dewi, 2015)



Gambar IV.2 Hasil SEM daun nilam sebelum ekstraksi dengan perbesaran 2.500 kali

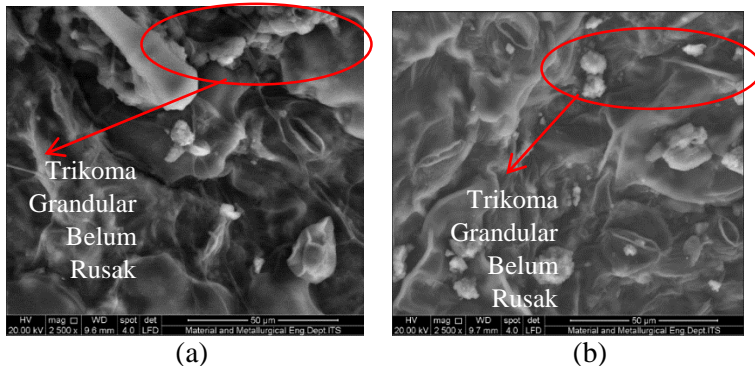
Pada **Gambar IV.2** terlihat jaringan trikoma pada daun nilam yang menyerupai trikoma grandular dari daun *Lippia organoides* Kunth pada **Gambar IV.1**. Dasar digunakannya daun *Lippia organoides* Kunth sebagai referensi dikarenakan daun *Lippia organoides* Kunth juga merupakan tanaman penghasil minyak atsiri. Sekret berupa minyak dan senyawa kimia tersebut menurut (Tozan, 2014) berasal dari kelenjar trikoma pada epidermis daun *Lippia organoides* Kunth. Adanya trikoma pada

daun nilam sendiri diperkuat dengan pernyataan (Yora Faramitha, 2013) bahwa seperti halnya tumbuhan tingkat tinggi lainnya, nilam memiliki *derivate epidermis* atau trikoma. Trikoma tanaman nilam termasuk dalam golongan glandular (berkelenjar) dan golongan nonglandular (tidak berkelenjar).

Menurut (Yora Faramitha, 2013) glandular pada daun nilam termasuk jenis *short-stalk capitate*. *Short-stalk capitate* terdiri dari 1 sel basal, pendek, dan uniselular atau biselular. Sekret dari vakuola dalam glandular pada daun nilam sendiri berupa senyawa terpen yang merupakan penyusun utama dari minyak nilam. (Yora Faramitha, 2013)

Meskipun minyak nilam diproduksi di jaringan terluar, yaitu epidermis, minyak nilam tidak dapat keluar dari membran epidermis begitu saja. Minyak nilam tersimpan banyak di dalam vakuola daun. Namun pada penelitian ini, penampakan vakuola sel pada jaringan trikoma tidak dapat ditunjukkan dengan gambar karena perbesaran SEM yang tidak cukup memadai untuk mengidentifikasi organel sel. Secara teori menurut (Yora Faramitha, 2013) vakuola daun terdapat di dalam membran sel yang dilindungi oleh dinding sel.

Komponen kimia penyusun minyak nilam mempunyai berat molekul yang besar dan struktur molekul yang rumit, sehingga komponen-komponen kimia penyusun minyak nilam mempunyai titik didih yang tinggi. Oleh karenanya, minyak nilam yang terdapat di dalam jaringan daun tidak dapat berdifusi keluar dari jaringan daun tanpa adanya energi yang mendorong minyak tersebut untuk keluar (Yora Faramitha, 2013).



Gambar IV.3 Hasil SEM daun nilam setelah diekstrak dengan perbesaran 2.500 kali untuk (a) Metode *Hydrodistillation* (b) Metode *Air-Hydrodistillation*

Hasil analisis SEM yang dilakukan menunjukkan perbedaan morfologi daun sebelum dan sesudah penyulingan. Hal ini terlihat dari banyaknya jaringan yang rusak setelah penyulingan. Pada **Gambar IV.3** terlihat morfologi permukaan daun yang berantakan dan bentuk trikoma menjadi tidak beraturan. Menurut Yora (Yora Faramitha, 2013), kerusakan ini terjadi akibat dorongan uap saat proses destilasi uap berlangsung yang membuat minyak atsiri keluar dari jaringan.

Selain itu, pada **Gambar IV.3** terdapat perbandingan morfologi daun nilam apabila di ekstrak dengan menggunakan *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation*. Dari pengamatan, terlihat bahwa masih terdapat jaringan trikoma yang tidak rusak, atau dapat dikatakan tidak terdifusinya minyak secara maksimal terlihat pada metode *hydrodistillation*. Sedangkan pada metode *air-hydrodistillation* grandular lebih tampak sedikit dan morfologi permukaan daun tidak beraturan. Hal ini dimungkinkan karena bantuan udara dapat memperkuat dan menghomogenkan kontak yang efektif antara uap air dan daun nilam sehingga minyak lebih mudah terdifusi keluar dari vakuola.

Pada proses destilasi uap, minyak nilam teruapkan atau terbebaskan dari jaringan daun akibat adanya uap air dan panas yang menembus jaringan daun nilam yang bersifat semipermeabel. Tekanan dari uap air berdifusi melalui pori-pori jaringan daun,

menembus dinding sel, dan kemudian menguapkan minyak nilam yang tersimpan di vakuola. Adanya panas dan tekanan dari uap air yang menembus jaringan membuat jaringan daun nilam rusak. Fenomena penguapan minyak nilam menurut Yora (Yora Faramitha, 2013) ini dijawab dengan menggunakan Hukum Raoult dan Hukum Dalton mengenai tekanan uap parsial dari masing-masing komponen *liquid* yang bercampur. *Liquid* yang bercampur akan menguap saat total tekanan uap dari *liquid* yang bercampur tersebut sama dengan tekanan disekitarnya (tekanan atm). Campuran uap air dan minyak nilam mempunyai titik didih mendekati 100°C. Sehingga, pada suhu 100°C minyak nilam (dengan komponen utama *Patchouli Alcohol* yang mempunyai titik didih 287,4°C pada tekanan 1 atm) dapat teruapkan jauh dibawah titik didih seharusnya. Fenomena ini diperkuat oleh penjelasan Harimurti (Harimurti *et al.*, 2012) bahwa keluarnya minyak dari kelenjar trikoma (kantong minyak) sangat ditentukan oleh adanya kontak yang efektif antara uap air dengan daun nilam yang akan diekstrak. Kontak efektif menyebabkan terjadinya kesetimbangan uap-cair pada seluruh permukaan daun. Karena adanya kesetimbangan uap-cair, terjadi penurunan tekanan parsial di luar permukaan daun, akibatnya minyak berdifusi dari kantong minyak menuju permukaan daun.

IV.2.8 Analisa Properti Kimia Minyak Nilam

Pengujian terhadap sifat kimia dari minyak nilam dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi komposisi senyawa yang terdapat pada minyak nilam menggunakan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*). Selain dapat digunakan untuk memperoleh gambaran tentang kemurnian dan kualitas dari minyak atsiri, dengan cara membandingkan hasil analisa sifat fisik dan kimia dengan data standar mutu ini juga dapat digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pemalsuan dari minyak atsiri (Guenther,1987). Data hasil analisa GC-MS terangkum dalam Tabel IV.4 dimana terdapat empat jenis sampel yang dianalisa. Empat sampel tersebut mewakili dari metode dan bahan baku yang digunakan.

Dengan menggunakan GC-MS juga dapat digunakan untuk mengetahui kadar untuk setiap komponen yang terkandung. Umumnya hasil ekstraksi minyak nilam disesuaikan dengan standar kualitas SNI-2385-2006 dan ISO 3757:2002. Untuk standar SNI-2385-2006, kadar *patchouli alcohol* minimal yang harus dimiliki minyak nilam adalah 30%. Sedangkan untuk ISO 3757:2002 nilai minimal *patchouli alcohol* adalah 35%

Tabel IV.3 Hasil Analisa GC-MS

No	Compound	Utuh (Hydrodistillation)		Utuh (Air- Hydrodistillation)		Cacah (Hydrodistillation)		Cacah (Air- Hydrodistillation)	
		R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)
1	Monoterpenes β-Pinene	2,907	0,06			2,907	0,1		
2	Terpinolene	7,36	0,11			7,36	0,2		
3	Sesquiterpenes β-patchoulene	8,143	1,8	8,148	3,07	8,143	1,55	8,143	2,11
4	β-Elemene	8,238	1,43			8,238	1,75	8,238	1
5	Caryophyllene	8,815	2,47					8,813	2,43
6	Aromadendrene			8,82	0,77				
7	β-caryophyllene			8,899	1,21				
8	α-Guaiene	9,09	10,05	9,095	8,69	9,084	8,95	9,090	27,16
9	Seychellene	9,349	7,67	9,354	10,14	9,348	8,02	9,349	7,44
10	cis-.alpha.- Bisabolene	9,497	1,35						

No	Compound	Utuh (Hydrodistillation)		Utuh (Air- Hydrodistillation)		Cacah (Hydrodistillation)		Cacah (Air- Hydrodistillation)	
		R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)
11	α -patchoulene	9,613	4,25	9,618	2,93	9,613	4,32	9,613	4,18
12	α -Patcoullene	9,677	1,97						
13	β -guaiene	9,735	1,79	9,682	11,2	9,676	6,5		
14	10s,11s-Himachala- 3(12),4-diene	9,946	1,72						
15	α -gurjunene	10,258	0,53	10,697	15,86	10,639	13,31	9,502	0,47
16	Cedrene-V6	10,459	1,93						
17	α -bulnesen	10,639	12,45	10,523	0,89				
18	beta-seline	15,991	1,78						
19	Iso-caryophyllene					8,814	2,24		
20	α -Caryophyllene					9,497	1,49		
21	Alloaromadendren					10,459	1,83		
22	beta-humulene					11,03	0,93	15,996	2,21
23	Allethrine							8,693	0,53

No	Compound	Utuh (Hydrodistillation)		Utuh (Air- Hydrodistillation)		Cacah (Hydrodistillation)		Cacah (Air- Hydrodistillation)	
		R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)
24	α -elemene							9,677	2,49
25	β -Maaliene							10,258	0,39
26	Achiphyllene							10,459	2,27
	Oxygenated sesquiterpenes								
27	6-Hydroxymethyl 2- oxabicyclo[3.3.0]oc t-6-en-3-one CAS)	13,072	0,26						
28	6-Hydroxymethyl 2- oxabicyclo[3.3.0]oc t-6-en-3-one	13,172	0,3						
29	Patchouli alcohol	16,298	45,91	16,382	44,5	16,298	44,88	16,303	46,23

No	Compound	Utuh (Hydrodistillation)		Utuh (Air- Hydrodistillation)		Cacah (Hydrodistillation)		Cacah (Air- Hydrodistillation)	
		R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)
30	<i>Other compounds</i> Pentorex	12,691	0,31			13,077	0,14		
31	2,4- Dimethylamphetam ine	14,294	0,07						
32	Formamidine	14,722	0,48						
33	Biformen					12,368	0,33		
34	n-Eicosane					20,867	0,34		
35	<i>Other oxygenated compounds</i> Cinerin	8,693	0,55						
36	exo-Epoide derivative of methyl ester of 12- hydroxy-13-	12,369	0,76						

No	Compound	Utuh (Hydrodistillation)		Utuh (Air- Hydrodistillation)		Cacah (Hydrodistillation)		Cacah (Air- Hydrodistillation)	
		R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)
37	methyldene-17-decarboxyl-12,13-dihydroisoagathic acid			17,266	0,73				
38	2,6-Dimethyl- γ -pyrone					8,693	0,49		
39	Pyridine, 3-ethyl-, 1-oxide (CAS)								
40	Methyl [4-(methoxycarbonyl)phenyl]methyl 1,4-benzenedicarboxylate (E)-2-(Carbomethoxy)-3-[(E)-3-hydroxyoct-					14,716	0,55		
						17,239	0,51		

No	Compound	Utuh (Hydrodistillation)		Utuh (Air- Hydrodistillation)		Cacah (Hydrodistillation)		Cacah (Air- Hydrodistillation)	
		R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)	R.T. (min)	% Area (Normal isasi)
41	1-en-1-yl]cyclopentanone					20,777	1,6		
42	n-Tetratriacontane o-Xylenol							12,368	0,63

Pada Tabel IV.4 telah tersedia data hasil analisa keempat sampel hasil ekstraksi menggunakan GC-MS. Keempatnya adalah minyak nilam yang dihasilkan dengan ekstraksi menggunakan metode *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation* dengan ukuran bahan baku utuh dan cacah. Yang pertama, sampel *hydrodistillation* dengan ukuran bahan baku utuh memiliki nilai kadar *patchouli alcohol* 45,91%. Kedua, sampel *air-hydrodistillation* dengan ukuran bahan baku cacah memiliki nilai kadar *patchouli alcohol* 44,5%. Ketiga, sampel *hydrodistillation* dengan ukuran bahan baku utuh memiliki kadar *patchouli alcohol* 44,88%. Dan terakhir untuk sampel *air-hydrodistillation* dengan ukuran bahan baku cacah memiliki nilai kadar *patchouli alcohol* 46,23%.

Untuk membahas pengaruh ukuran bahan baku terhadap kadar *patchouli alcohol* maka diambil sampel pada metode *air-hydrodistillation*. Pada ukuran bahan baku cacah didapat nilai *patchouli alcohol* yang lebih tinggi daripada ukuran bahan baku utuh. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Yahya and Yunus, 2013), dimana semakin kecil ukuran bahan maka akan meningkatkan nilai *patchouli alcohol* pada hasil ekstraksi minyak nilam.

Untuk membahas pengaruh penambahan laju alir udara terhadap kadar *patchouli alcohol* maka diambil sampel pada ukuran bahan baku cacah. Pada ekstraksi minyak nilam dengan penambahan laju alir udara (*air-hydrodistillation*) didapat nilai *patchouli alcohol* yang lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusuma (Kusuma, Altway and Mahfud, 2017), dimana penambahan laju alir udara dapat membantu mengangkat fraksi berat (*patchouli alcohol*) pada tanaman nilam sehingga meningkatkan kadar *patchouli alcohol*.

Patchouli alcohol merupakan *oxygenated compound* dengan formula $C_{15}H_{26}O$. Semakin tinggi kadar *oxygenated compound* dalam *essential oil*, maka aroma minyak akan

semakin meningkat sehingga menyebabkan nilai jual minyak semakin tinggi (Ferhat, 2007). Hal ini membuktikan bahwa minyak yang dihasilkan pada metode *air-hydrodistillation* memiliki aroma yang lebih tajam dibanding dengan minyak yang dihasilkan pada metode *hydrodistillation*.

Kemudian dilanjutkan pada pembahasan pengaruh metode dan ukuran bahan terhadap jumlah komponen yang terkandung pada minyak nilam. Pada bahan utuh, didapatkan jumlah komponen sebanyak 24 (*hydrodistillation*) dan 11 (*air-hydrodistillation*). Kemudian pada bahan cacah didapatkan jumlah komponen sebanyak 21 (*hydrodistillation*) dan 14 (*air-hydrodistillation*). Jika diperhatikan, adanya laju alir udara mengakibatkan hilangnya beberapa komponen yang berada pada minyak nilam. Hal ini sesuai dengan pernyataan Huiliñir (Huiliñir and Villegas, 2015) bahwa semakin besar laju udara maka akan semakin besar laju *removal* cairan yang terkontak dengan udara. Jika dihubungkan dengan peralatan ekstraksi yang dipakai, fungsi udara adalah membantu pergerakan uap air sekaligus minyak nilam menuju corong pemisah. Dalam perjalanannya akan dikontakan dengan pendingin melalui kondensor yang bertujuan untuk mengkondensasikan uap air dan minyak. Di dalam kondensor terjadi perpindahan panas dari udara, uap air, dan minyak menuju air pendingin. Area kontak sangat berpengaruh pada efektifitas perpindahan panas. Semakin besar area, maka akan semakin efektif perpindahan panas (Jin and Hrnjak, 2017). Namun faktanya, kondensor yang dipakai dalam penelitian ini adalah kondensor berskala kecil sehingga area kontak untuk perpindahan panas sangat terbatas. Hal ini menjadi alasan utama kehilangan komponen pada minyak nilam hasil ekstraksi dengan metode *air-hydrodistillation*.

Kemudian pada ukuran bahan yang bahan yang semakin kecil, maka komponen minyak nilam hasil ekstraksi berkurang. Hal tersebut kemungkinan terjadi karena kehilangan komponen akibat ukuran partikel yang lebih kecil (Jahongir *et al.*, 2018) dan kesalahan penyimpanan (Fachrudin and Velayas, 2016).

IV.3 Perbandingan Hasil Minyak Nilam (Parameter Fisik dan Kimia) dengan SNI 06-2385-2006

No	Jenis Uji	Satuan	SNI 06-2385-2006	<i>Hydrodistillation</i>		<i>Air-Hydrodistillation</i>	
				Utuh	Cacah	Utuh	Cacah
1	Warna	-	Kuning muda– coklat kemarahan	Kuning Muda	Kuning Muda	Kuning Muda	Kuning Muda
2	Bobot Jenis	g/mL	0,950 – 0,975	0,9799± 0,0053 (20°C)	0,9803 ± 0,0123 (20°C)	0,9804± 0,0081 (20°C)	0,9813± 0,0097 (20°C)
3	Indeks bias	-	1,507 – 1,515	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Tidak diujikan
4	Kelarutan dalam etanol 90% pada suhu 20°C	-	Larutan Jernih atau opalensi ringan dalam perbandingan volume 1:10	1:10	1:9	1:9	1:9
5	Bilangan Asam	-	Maks 8	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Tidak diujikan

No	Jenis Uji	Satuan	SNI 06-2385-2006	<i>Hydrodistillation</i>		<i>Air-Hydrodistillation</i>	
				Utuh	Cacah	Utuh	Cacah
6	Bilangan Ester	-	Maks 20	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Tidak diujikan
7	Putaran Optik	-	(-48°) – (-65°)	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Tidak diujikan
8	<i>Patchouli Alcohol</i> (C ₁₅ H ₂₆ O)	%	Min 30	45,91	44,5	44,88	46,23
9	<i>Alpha Copaene</i> (C ₁₅ H ₂₄)	%	Maks 0,5	0	0	0	0
10	Kandungan besi (Fe)	mg/kg	Maks 25	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Tidak diujikan	Tidak diujikan

Dari standar properti SNI minyak nilam yang sudah ada, dalam penelitian ini tidak semua parameter properti tersebut diuji atau dianalisa. Analisa dilakukan pada properti yang mewakili dan paling penting dalam menentukan kualitas minyak nilam. Diantaranya adalah warna secara visual, kelarutan terhadap alkohol (etanol 90%), berat jenis minyak, kandungan patchouli alkohol dan kandungan maksimum *alpha copaene* dalam minyak nilam. Parameter yang terlihat secara fisik dari minyak nilam adalah warna minyak. Pada minyak nilam hasil ekstraksi *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation* berwarna kuning muda, berarti hasil minyak dengan kedua metode tersebut secara visual warna telah sesuai dengan SNI (dengan parameter kuning muda hingga coklat kemerahan).

Properti fisik lain adalah berat jenis minyak nilam, yang didefinisikan sebagai perbandingan antara berat minyak nilam dengan berat air pada volume air yang sama dengan volume minyak yang sama. Berat jenis dikaitkan dengan fraksi berat komponen-komponen yang terkandung dalam minyak nilam. Semakin tinggi fraksi massa yang terkandung dalam minyak nilam seperti patchouli alkohol, patchoulena, eugenol benzoat, maka semakin besar pula nilai bobot jenis minyak nilam. Dalam hasil penelitian, kadar *patchouli alcohol* dalam minyak jauh lebih tinggi dibandingkan dengan angka standar minimum SNI. Hal tersebut menjadi alasan mengapa berat jenis pada minyak nilam hasil ekstraksi lebih besar dari SNI yang sudah ada.

Selain berat jenis, properti fisik yang diuji adalah kelarutan dalam alkohol. Apabila kadar terpen beroksigen yang terdapat pada minyak nilam semakin tinggi maka dapat menyebabkan minyak nilam yang diperoleh memiliki kelarutan dalam alkohol yang semakin tinggi. Minyak dari hasil ekstraksi memiliki kelarutan dalam etanol 90% yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan SNI 06-2385-2006.

Parameter selanjutnya adalah kandungan senyawa kimia dalam minyak nilam.

Analisa sifat kimia dari minyak nilam dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi komposisi senyawa yang terdapat pada minyak nilam menggunakan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*). Dari hasil penelitian, minyak nilam yang diisolasi menggunakan metode *hydrodistillation* dan *air-hydrodistillation* memiliki kadar *patchouli alcohol* lebih tinggi, diatas standar minimum dari ketentuan SNI.

Dan yang terakhir adalah kandungan dari *alpha copaene*. Pada minyak nilam hasil ekstraksi dengan kedua metode, analisa GC-MS tidak menemukan adanya kandungan *alpha copaene*. Menurut Turkez (2014) *Alpha copaene* memiliki sifat antimikroba, sitotoksik dan anti-proliferasi. *Alpha copaene* menunjukkan aktivitas anti mikroba yang cukup besar terhadap bakteri gram positif dan negatif. Hal ini dikarenakan *alpha copaene* memiliki kemampuan untuk mengurangi pertumbuhan atau berkembangbiakan pesat yang menghasilkan jaringan baru, bagian, sel, atau keturunannya. Dalam jumlah yang kecil, *alpha copaene* dapat dimanfaatkan dalam merusak sel yang merugikan (misal; sel kanker) atau bersifat sitotoksik. Namun, sifat sitotoksik dari senyawa ini bukan hanya terjadi pada sel yang merugikan, tetapi kerusakan juga akan terjadi pada sel normal. Sehingga kandungan senyawa *alpha copaene* dalam minyak nilam perlu memiliki batas maksimal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

1. Ekstraksi menggunakan metode air-hydrodistillation akan menghasilkan yield yang lebih besar daripada hydrodistillation
2. Adapun pengaruh Rasio feed to solvent, metode ekstraksi, ukuran bahan, dan laju alir udara terhadap yield minyak nilam antara lain :
 - a. Semakin kecil rasio massa bahan baku terhadap volume solvent, maka yield yang dihasilkan akan semakin meningkat. Namun terjadi peningkatan pada rasio 0,025 menuju 0,05.
 - b. Semakin kecil ukuran bahan baku, maka yield yang dihasilkan akan semakin meningkat. Namun terjadi penurunan ketika pada laju alir udara 3 L/min.
 - c. Laju alir udara meningkatkan nilai yield yang dihasilkan, namun pada laju alir udara 5 L/min akan terjadi penurunan yield
3. Kondisi operasi terbaik untuk ekstraksi minyak nilam dalam penelitian ini:
 - a. Untuk metode hydrodistillation dengan bahan baku utuh, rasio bahan terbaik yang menghasilkan yield paling besar adalah 0,05 yaitu 3,8808%. Sedangkan untuk hydrodistillation dengan bahan baku cacah, rasio bahan terbaik adalah 0,025 yaitu 4,3047%.
 - b. Untuk metode air-hydrodistillation dengan bahan baku utuh, kondisi terbaik yang menghasilkan yield paling besar adalah pada rasio bahan 0,075 dan laju alir udara 3 L/min yaitu 3,5848%. Sedangkan untuk bahan baku cacah, kondisi terbaik dihasilkan pada rasio bahan 0,1 dan aliran udara 3 L/min.

4. Hasil analisa sifat fisik dan kimia minyak nilam hasil ekstraksi menggunakan metode hydrodistillation dan air-hydrodistillation :
- a. Pada metode hydrodistillation berat jenis minyak nilam hasil ekstraksi menggunakan ukuran bahan baku utuh adalah $0,9799 \pm 0,0053 \text{ gr/cm}^3$. Dan pada ukuran bahan baku cacah adalah $0,9803 \pm 0,0123 \text{ gr/cm}^3$. Kemudian pada metode air-hydrodistillation, berat jenis minyak nilam hasil ekstraksi menggunakan ukuran bahan baku utuh adalah $0,9804 \pm 0,0081 \text{ gr/cm}^3$. Dan pada ukuran bahan baku cacah adalah $0,9813 \pm 0,0097 \text{ gr/cm}^3$.
 - b. Pada metode hydrodistillation, kelarutan minyak nilam hasil ekstraksi pada alkohol dengan ukuran bahan baku utuh adalah 1:10, sedangkan pada bahan baku cacah adalah 1:9. Pada metode air-hydrodistillation, kelarutan minyak nilam hasil ekstraksi pada alkohol dengan ukuran bahan baku utuh dan cacah adalah 1:9.
 - c. Kadar patchouli alcohol hasil ekstraksi hasil dengan metode hydrodistillation pada bahan baku utuh adalah 45,91%. Sedangkan pada bahan baku cacah adalah 44,88%. Untuk hasil ekstraksi dengan metode air-hydrodistillation pada bahan baku utuh adalah 44,5%. Sedangkan pada bahan baku cacah adalah 46,23%.
 - d. Komposisi minyak nilam hasil ekstraksi yang didasari pada analisa GC-MS adalah sebagai berikut:
 - i. Nilai patchouli alcohol dari metode hydrodistillation dan air-hydrodistillation pada bahan baku utuh dan cacah tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Paling rendah adalah air-hydrodistillation utuh yaitu 44,5% dan paling tinggi adalah air-hydrodistillation cacah yaitu 46,23%.

- ii. Perbedaan minyak hasil kedua metode tersebut adalah senyawa monoterpene. Pada hydrodistillation terdapat senyawa sesquiterpene sedangkan air-hydrodistillation tidak
5. Berdasarkan hasil analisa sifat fisik dan kimia minyak nilam hasil ekstraksi menggunakan metode hydrodistillation dan air-hydrodistillation telah sesuai dengan standar kualitas SNI 06-2385-2006 dan ISO 3757:2002

V.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait dengan pengaruh waktu ekstraksi terhadap yield dan kualitas minyak.
2. Perlu adanya perbaikan alat pada :
 - a. Kondensor, menggunakan kondensor dengan skala yang lebih besar sehingga kehilangan minyak dapat dikurangi.
 - b. Tangki distiller, perlu memperbaiki desain tangki dengan tebal tangki yang lebih tipis dan besar.
 - c. Sparger udara, perlu memperbaiki desain lubang udara keluar dalam tangki distiller sehingga distribusi udara dalam tangki menjadi lebih baik.
 - d. Sistem refluks, perlu memperbaiki sistem refluks yang sebelumnya manual menjadi otomatis.
 - e. Pemanas, perlu pemanas dengan skala yang lebih besar.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, F. *et al.* (2018) 'An improved approach for the isolation of essential oil from the leaves of *Cinnamomum longepaniculatum* using microwave-assisted hydrodistillation concatenated double-column liquid-liquid extraction', *Separation and Purification Technology*. Elsevier, 195(December 2017), pp. 110–120. doi: 10.1016/j.seppur.2017.12.013.
- Chen, J. *et al.* (2018) 'Combination of Span 20 and pH-assisted walnut oil extraction during aqueous extraction process', *LWT - Food Science and Technology*. Elsevier, 91(February), pp. 477–483. doi: 10.1016/j.lwt.2018.01.091.
- Costa, R. G. *et al.* (2015) 'Effect of operating conditions on the yield and quality of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) powder produced in spouted bed', *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), pp. 1196–1203. doi: 10.1016/j.lwt.2015.07.027.
- Fachrudin and Velayas, A. I. (2016) 'Ekstraksi Minyak Bunga Cempaka dan Daun Nilam dengan Metode Hidrodistilasi dan Hidrodistilasi dengan Aliran Udara', 5(2), pp. 232–235.
- Guenther, E. 1987. *Minyak Atsiri Jilid IVB*. Diterjemahkan oleh ketaren. Jakarta: UIpress.
- Harimurti, N. *et al.* (2012) 'Ekstraksi Minyak Nilam (*Pogostemon Cablin BENTH*) dengan Teknik Hidrodifusi pada Tekanan 1 – 3 BAR', *Jurnal Pascapanen*, 9(1), pp. 1–10.
- Huiliñir, C. and Villegas, M. (2015) 'Simultaneous effect of initial moisture content and airflow rate on biodrying of sewage sludge', *Water research*,

- 82(2013), pp. 118–128. doi: 10.1016/j.watres.2015.04.046.
- Isfarony, R., Mitarlis. 2005, *Peningkatan Kadar Patchouli Alcohol pada Minyak Nilam (Pogestemon Cablin Benth) dengan Metode Distilasi Vakum*. Surabaya
- Jahongir, H. *et al.* (2018) ‘The influence of particle size on supercritical extraction of dog rose (*Rosa canina*) seed oil’, *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*. The Authors, pp. 0–3. doi: 10.1016/j.jksues.2018.04.004.
- Jeyaratnam, N. *et al.* (2016) ‘Essential oil from *Cinnamomum cassia* bark through hydrodistillation and advanced microwave assisted hydrodistillation’, *Industrial Crops and Products*. Elsevier B.V., 92, pp. 57–66. doi: 10.1016/j.indcrop.2016.07.049.
- Jin, S. and Hrnjak, P. (2017) ‘Effect of end plates on heat transfer of plate heat exchanger’, *International Journal of Heat and Mass Transfer*. Elsevier Ltd, 108, pp. 740–748. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2016.11.106.
- Ketaren, S 1996. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Uipress, Jakarta.
- Kusuma, H. S., Altway, A. and Mahfud, M. (2017) ‘A preliminary study of patchouli oil extraction by microwave air-hydrodistillation method’, *Korean Chemical Engineering Research*, 55(4), pp. 510–513. doi: 10.9713/kcer.2017.55.4.510.
- Kusuma, H. S., Altway, A. and Mahfud, M. (2018) ‘Solvent-free microwave extraction of essential oil from dried patchouli (*Pogostemon cablin* Benth) leaves’, *Journal of Industrial and Engineering*

- Chemistry*. The Korean Society of Industrial and Engineering Chemistry, 58, pp. 343–348. doi: 10.1016/j.jiec.2017.09.047.
- Nadia, L. (2009) ‘Analisis Kadar Air Bahan Pangan’, *Bahan Ajar*, pp. 1–30.
- Wang, H., Wang, C. and Wang, D. (2017) ‘The influence of forced ventilation airflow on water spray for dust suppression on heading face in underground coal mine’, *Powder Technology*. Elsevier B.V., 320, pp. 498–510. doi: 10.1016/j.powtec.2017.07.069.
- Wang, X., Zhang, G. and Choi, C. Y. (2018) ‘Effect of airflow speed and direction on convective heat transfer of standing and reclining cows’, *Biosystems Engineering*. Elsevier Ltd, 167, pp. 87–98. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2017.12.011.
- Yahya, A. and Yunus, R. M. (2013) ‘Influence of sample preparation and extraction time on chemical composition of steam distillation derived patchouli oil’, *Procedia Engineering*. Elsevier B.V., 53, pp. 1–6. doi: 10.1016/j.proeng.2013.02.001.
- Yora Faramitha, S. (2013) ‘Studi Perolehan Minyak Atsiri Dari Daun Nilam Aceh Sidikalang (Pogostemon cablin BENTH) Menggunakan Proses Destilasi Uap’.

APPENDIX A

CONTOH PERHITUNGAN

1. Perhitungan Kadar Air

Contoh perhitungan menggunakan jenis bahan nilam kering yang pada tanggal 12 Maret 2018 dimana menghasilkan nilai kadar air sebesar 19,6505 %. Untuk meningkatkan akurasi perhitungan, perhitungan kadar air dilakukan secara triplo.

Perhitungan 1

Berat wadah : 3,6321 gram

Berat bahan sebelum dioven : 6,6954 gram

Berat sesudah dioven : 6,0496 gram

$$\% \text{Kadar air} = \frac{b-(c-a)}{(c-a)} \times 100\%$$

a = berat cawan kering

b = berat bahan awal yang digunakan sebelum dikeringkan

c = berat konstan cawan berisi bahan kering

$$\begin{aligned} \text{jadi \%Kadar air} &= \frac{6,6954-(6,0496-3,6321)}{(6,0496-3,6321)} \times 100\% \\ &= 21,0818\% \end{aligned}$$

Perhitungan 2

Berat wadah : 3,3699 gram

Berat bahan sebelum dioven : 6,4168 gram

Berat sesudah dioven : 5,9103 gram

$$\begin{aligned} \text{jadi \%Kadar air} &= \frac{6,4168-(5,9103-3,3699)}{(5,9103-3,3699)} \times 100\% \\ &= 16,6235\% \end{aligned}$$

Perhitungan 3

Berat wadah : 3,6031 gram

Berat bahan sebelum dioven : 6,6879 gram

Berat sesudah dioven : 6,0325 gram

$$\text{jadi \%Kadar air} = \frac{6,6879 - (6,0325 - 3,6031)}{(6,0325 - 3,6031)} \times 100\%$$

$$= 21,2461\%$$

Kemudian mencari kadar air dari rata-rata ketiga perhitungan diatas :

$$= \frac{\text{Perhitungan 1} + \text{Perhitungan 2} + \text{Perhitungan 3}}{3}$$

$$= \frac{21,0818\% + 16,6235\% + 21,2461\%}{3}$$

$$= 19,6505\%$$

2. Perhitungan Yield

Contoh perhitungan menggunakan data pada metode Hydrodistillation pada ukuran bahan baku utuh dan rasio bahan 0,075. Analisa dilakukan per jam hingga jam ke-8.

Contoh perhitungan pada jam pertama :

Berat botol : 9,6189 gr

Berat botol + minyak : 14,3721 gr

Berat minyak : (berat botol + minyak) – (berat botol)

$$: 14,3721 - 9,6189$$

$$: 4,7532 \text{ gr}$$

Kemudian lakukan perhitungan pada minyak jam ke-2 sampai ke-8

Tabel A.1 Hasil minyak nilam dengan metode Hydrodistillation pada ukuran bahan baku utuh dan rasio bahan 0,075

Waktu (jam)	Berat botol (gr)	Botol+Minyak (gr)	Berat Minyak /jam(gr)	Berat Minyak Akumulasi (gr)	yield (%) (w/w)
0	0	0	0	0	0
1	9,6189	14,3721	4,7532	4,7532	0,63376

Waktu (jam)	Berat botol (gr)	Botol+Minyak (gr)	Berat Minyak /jam(gr)	Berat Minyak Akumulasi (gr)	yield (%) (w/w)
2	10,2882	13,5805	3,2923	8,0455	0,43897
3	8,6461	11,5342	2,8881	10,9336	0,38508
4	9,9554	12,6572	2,7018	13,6354	0,36024
5	9,8996	12,3284	2,4288	16,0642	0,32384
6	10,5158	12,4156	1,8998	17,9640	0,25331
7	9,6471	11,3101	1,6630	19,6270	0,22173
8	9,6678	11,2310	1,5632	21,1902	0,20843
Total					2,8254

Sehingga yield yang didapatkan tanpa dikurangi kadar air adalah 2,8254%

Diketahui kadar air bahan yang dipakai adalah 16,7786%

Perhitungan yield dengan pengurangan kadar air :

$$\begin{aligned}
 \text{Yield (\%)} &: \% \text{yield (sebelum dikurangi kadar air)} \times (100\% - \% \text{kadar air}) \\
 &: 3,395\% \times (100\% - 16,7786\%) \\
 &: 3,395\%
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Berat Jenis Minyak

- Menimbang piknometer 5 ml yang akan digunakan menggunakan neraca analitik (W_1)
- Memasukkan minyak nilam ke dalam piknometer menggunakan pipet sebanyak 5 ml (V)
- Menimbang berat piknometer+ minyak nilam (W_2)
 Massa piknometer kosong (W_1) = 9,9787 gram
 Massa piknometer + minyak (W_2) = 10,9191 gram
 Massa minyak (W_m) = 0,9556 gram

Volume minyak (V) = 1 ml
 Berat jenis minyak nilam (ρ_m) pada suhu 30°C

$$= \frac{W_m}{V} = \frac{0,9556 \text{ gram}}{1 \text{ ml}} = 0,9556 \text{ gram/ml}$$

Nilai koreksi berat jenis minyak nilam dengan perubahan temperatur setiap 1°C masing-masing adalah 0,00073 (Guenther, 1987).

$$\begin{aligned} \text{Maka } \rho \text{ minyak nilam pada temperatur } 20^\circ\text{C} \\ &= 0,9556 + (10 \times 0,00073) \\ &= 0,9629 \text{ gram/ml} \end{aligned}$$

4. Perhitungan Kelarutan

- a. Mengambil minyak nilam dengan menggunakan pipet volume sebanyak 1 ml (V_1) dan memasukkan ke dalam tabung reaksi.
- b. Menambahkan ethanol 90% setiap 1 ml ke dalam tabung reaksi dan mencatat volume ethanol 90% (V_2) yang dibutuhkan untuk melarutkan minyak nilam
- c. Menghitung nilai kelarutan minyak nilam

$$\begin{aligned} V_1 &= 1 \text{ ml} \\ V_2 &= 9 \text{ ml} \\ \text{Kelarutan} &= V_1 : V_2 \\ &= 1 \text{ ml} : 9 \text{ ml} \\ &= 1 : 9 \end{aligned}$$

5. Perhitungan % *Recovery*

- a. Melakukan ekstraksi minyak nilam dengan menggunakan proses soxhletasi sebagai pembanding. Minyak nilam yang didapat dari proses soxhletasi dianggap sebagai total minyak atsiri yang terkandung dalam tanaman nilam.
- b. Perhitungan *yield* minyak hasil soxhletasi:

$$\begin{aligned} \text{Berat Bahan} &= 35,3714 \text{ gram} \\ \text{Berat wadah} &= 11,964 \text{ gram} \\ \text{Berat wadah+minyak} &= 13,9305 \text{ gram} \\ \text{Berat minyak} &= (\text{Berat wadah+minyak}) - \\ &\quad (\text{Berat wadah}) \\ &= 1,9665 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air} &= 13,7765\% \\ \% \text{yield} &= \frac{(\text{Berat Minyak})}{(\text{Berat Bahan}) \times (1 - (\text{Kadar Air}))} \times 100\% \\ &= 6,4478\% \end{aligned}$$

Sehingga kandungan minyak atsiri yang terkandung dalam tanaman nilam adalah 6,4478%

- c. Menghitung % *recovery* pada total yield akumulasi persatuan waktu selama proses ekstraksi hingga waktu 8 jam.

Tabel A.2 Hasil minyak nilam dan % *recovery* dengan metode Hydrodistillation pada ukuran bahan baku utuh dan rasio bahan 0,1

Waktu (jam)	Berat botol (gr)	Botol+Minyak (gr)	Berat Minyak (gr)	Akumulasi Berat Minyak (gr)	Yield (%) (w/w)	Recovery (%)
0	0	0	0	0	0	0
1	12,8309	15,9856	3,1547	3,1547	0,3659	5,6744
2	10,2503	13,6646	3,4143	6,5690	0,7619	11,8158
3	10,126	13,8214	3,6954	10,2644	1,1904	18,4628
4	9,5244	12,6734	3,1490	13,4134	1,5557	24,1269
5	10,2679	13,3856	3,1177	16,5311	1,9172	29,7348
6	10,2677	13,0588	2,7911	19,3222	2,2409	34,7552
7	10,3918	13,0244	2,6326	21,9548	2,5463	39,4905
8	11,8415	14,034	2,1925	24,1473	2,8005	43,4342

$$\% \text{ Recovery Jam-ke } n = \frac{\text{Akumulasi total yield minyak pada jam ke-} n}{\text{Persen yield hasil soxhlet}} \times 100\%$$

Kemudian dihitung % *recovery* tiap satuan waktunya dimulai dari awal proses ekstraksi (jam ke-1) hingga berakhirnya proses ekstraksi (jam ke-8)

$$1. \quad \% \text{ Recovery Jam-ke } 1 = \frac{0,3659}{6,4478} \times 100\% = 5,6744$$

Melakukan perhitungan yang sama hingga jam ke 8

$$8. \quad \% \text{ Recovery Jam-ke } 8 = \frac{2,8005}{6,4478} \times 100\% = 43,4342$$

Melakukan metode perhitungan yang sama pada hasil ekstraksi dengan menggunakan air-hydrodistillation.

APPENDIX B

DATA HASIL PENELITIAN

Tabel B.1 Data Hasil Percobaan Menggunakan Ukuran
Bahan Baku Utuh

No	Rasio F/S	Laju Alir Udara (L/min)	% Yield
1	0,025	0	3,5796
2		3	2,7205
3		5	2,2382
4	0,05	0	3,8807
5		3	3,5605
6		5	2,8341
7	0,075	0	3,3949
8		3	3,5848
9		5	2,7252
10	0,1	0	2,8005
11		3	2,9315
12		5	3,0106

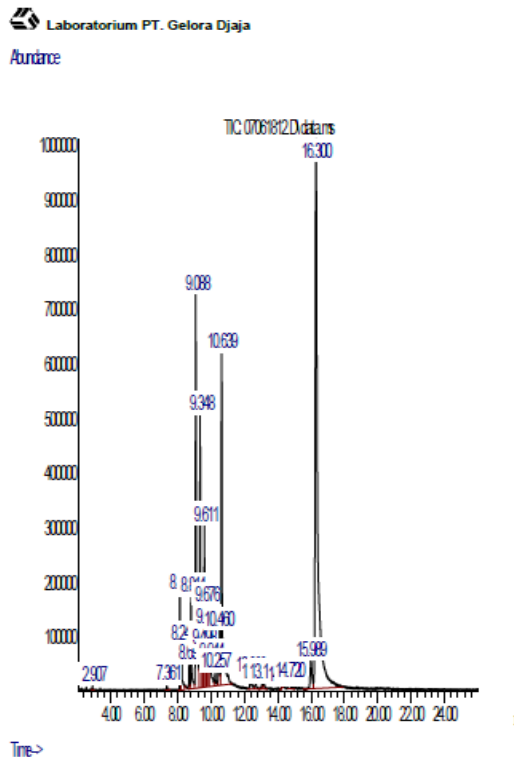
Tabel B.2 Data Hasil Percobaan Menggunakan Ukuran
Bahan Baku Cacah

No	Rasio F/S	Laju Alir Udara (L/min)	% Yield
1	0,025	0	4,3047
2		3	2,5942
3		5	2,2383
4	0,05	0	3,7273
5		3	2,6459
6		5	2,7596
7	0,075	0	3,4987
8		3	3,085
9		5	2,792
10	0,1	0	3,4252
11		3	3,4252
12		5	2,9315

APPENDIX C

HASIL ANALISA KOMPONEN DENGAN GC-MS

1. Hasil Analisa Komponen Minyak Nilam Hasil Ekstraksi dengan Metode Hydrodistillation dan Ukuran Bahan Baku Utuh.



Gambar C.1 Hasil GC-MS Sampel Hasil Metode Hydrodistillation dengan Bahan Baku Utuh

Tabel C.1 Analisa Komponen GC-MS Sampel Hasil Metode Hydrodistillation dengan Bahan Baku Utuh

No	Compound	Utuh (Hydrodistillation)	
		R.T. (min)	% Area
	<i>Monoterpenes</i>		
1	β -Pinene	2,907	0,06
2	Terpinolene	7,36	0,11
	<i>Sesquiterpenes</i>		
3	β -patchoulene	8,143	1,8
4	β -Elemene	8,238	1,43
5	Caryophyllene	8,815	2,47
6	α -Guaiene	9,09	10,05
7	Seychellene	9,349	7,67
8	cis-.alpha.-Bisabolene	9,497	1,35
9	α -patchoulene	9,613	4,25
10	α -Patcoullene	9,677	1,97
11	β -guaiene	9,735	1,79
12	10s,11s-Himachala-3(12),4-diene	9,946	1,72
13	α -gurjunene	10,258	0,53
14	Cedrene-V6	10,459	1,93
15	α -bulnesen	10,639	12,45
16	beta-seline	15,991	1,78
	<i>Oxygenated sesquiterpenes</i>		
17	6-Hydroxymethyl 2-oxabicyclo[3.3.0]oct-6-en-3-one CAS)	13,072	0,26
18	6-Hydroxymethyl 2-oxabicyclo[3.3.0]oct-6-en-3-one	13,172	0,3

No	<i>Compound</i>	Utuh (Hydrodistillation)	
		R.T. (min)	% Area
19	Patchouli alcohol	16,298	45,91
20	<i>Other compounds</i> Pentorex	12,691	0,31
21	2,4-Dimethylamphetamine	14,294	0,07
22	Formamidine	14,722	0,48
23	<i>Other oxygenated compounds</i> Cinerin	8,693	0,55
24	exo-Epoxyde derivative of methyl ester of 12-hydroxy-13-methylidene-17- decarboxyl-12,13-dihydroisoagathic acid	12,369	0,76
	Total Area	100,00	

%Area yang didapat adalah 100%, sehingga dapat dikatakan data yang tersedia pada **Tabel C.1** telah ternormalisasi

- Abundance



Tabel C.2 Analisa Komponen GC-MS Sampel Hasil Metode Air-Hydrodistillation dengan Bahan Baku Utuh

No	Compound	Utuh (Air-Hydrodistillation)	
		R.T. (min)	% Area
	<i>Sesquiterpenes</i>		
1	β -patchoulene	8,148	3,07
2	Aromadendrene	8,82	0,77
3	β -caryophyllene	8,899	1,21
4	α -Guaiene	9,095	8,69
5	Seychellene	9,354	10,14
6	α -Patchoullene	9,618	2,93
7	10s,11s-Himachala-3(12),4-diene	9,682	11,2
8	α -bulnesen	10,697	15,86
9	beta-seline	10,523	0,89
10	<i>Oxygenated sesquiterpenes</i> Patchouli alcohol	16,382	44,5
11	<i>Other oxygenated compounds</i> 2,6-Dimethyl- γ -pyrone	17,266	0,73
	Total Area		99,99

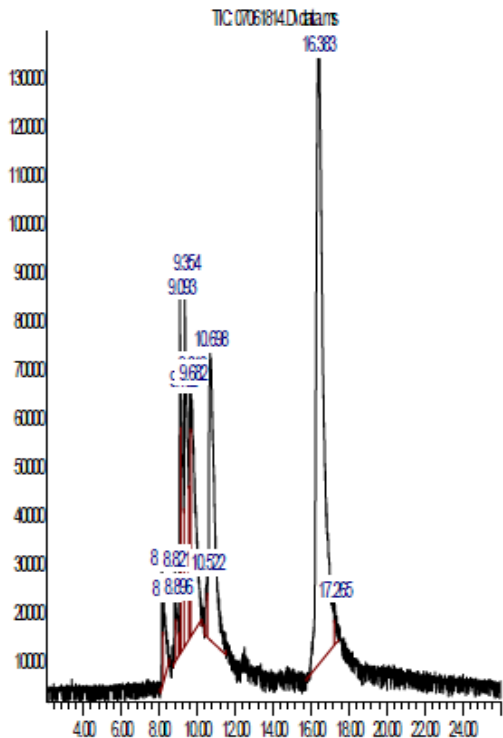
%Area yang didapat mendekati 100%, sehingga dapat dikatakan data yang tersedia pada **Tabel C.2** telah ternormalisasi

- Hasil Analisa Komponen Minyak Nilam Hasil Ekstraksi dengan Metode Hydrodistillation dan Ukuran Bahan Baku Utuh.



Laboratorium PT. Gelora Djaja

Abundance



1

Time

Gambar C.3 Hasil GC-MS Sampel Hasil Metode Hydrodistillation dengan Bahan Baku Utuh

Tabel C.3 Analisa Komponen GC-MS Sampel Hasil Metode Hydrodistillation dengan Bahan Baku Utuh

No	Compound	Cacah (Hydrodistillation)	
		R.T. (min)	% Area
	Monoterpenes		
1	β -Pinene	2,907	0,1
2	Terpinolene	7,36	0,2
	Sesquiterpenes		
3	β -patchoulene	8,143	1,55
4	β -Elemene	8,238	1,75
5	α -Guaiene	9,084	8,95
6	Seychellene	9,348	8,02
7	α -patchoulene	9,613	4,32
8	α -gurjunene	9,676	6,5
9	α -bulnesen	10,639	13,31
10	Iso-caryophyllene	8,814	2,24
11	α -Caryophyllene	9,497	1,49
12	Alloaromadendren	10,459	1,83
13	beta-humulene	11,03	0,93
	Oxygenated sesquiterpenes		
14	Patchouli alcohol	16,298	44,88
	Other compounds		
15	Pentorex	13,077	0,14
16	Biformen	12,368	0,33
17	n-Eicosane	20,867	0,34
	Other oxygenated compounds		
18	Pyridine, 3-ethyl-, 1-oxide (CAS)	8,693	0,49

No	<i>Compound</i>	Cacah (Hydrodistillation)	
		R.T. (min)	% Area
19	Methyl [4-(methoxycarbonyl)phenyl]methyl 1,4-benzenedicarboxylate	14,716	0,55
20	(E)-2-(Carbomethoxy)-3-[(E)-3-hydroxyoct-1-en-1-yl]cyclopentanone	17,239	0,51
21	n-Tetratriacontane	20,777	1,6
	Total Area		100,03

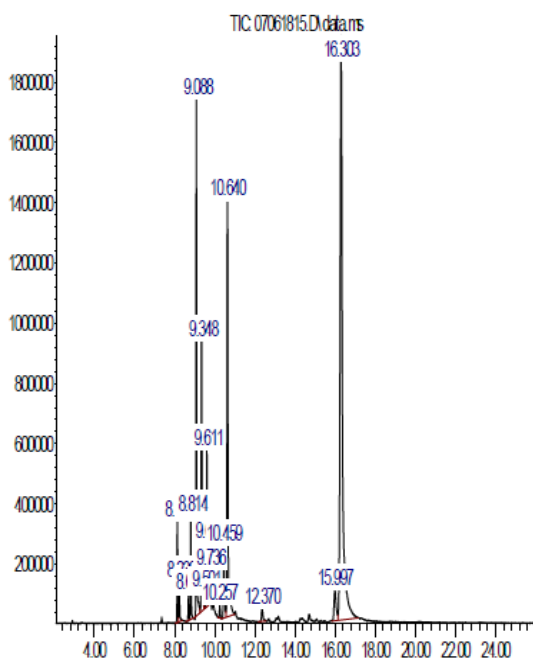
%Area yang didapat mendekati 100%, sehingga dapat dikatakan data yang tersedia pada **Tabel C.3** telah ternormalisasi

4. Hasil Analisa Komponen Minyak Nilam Hasil Ekstraksi dengan Metode Air-Hydrodistillation dan Ukuran Bahan Baku Cacah.



Laboratorium PT. Gelora Djaja

Abundance



Time→

Gambar C.4 Hasil GC-MS Sampel Hasil Metode Air-Hydrodistillation dengan Bahan Baku Cacah

Tabel C.4 Analisa Komponen GC-MS Sampel Hasil Metode Hydrodistillation dengan Bahan Baku Cacah

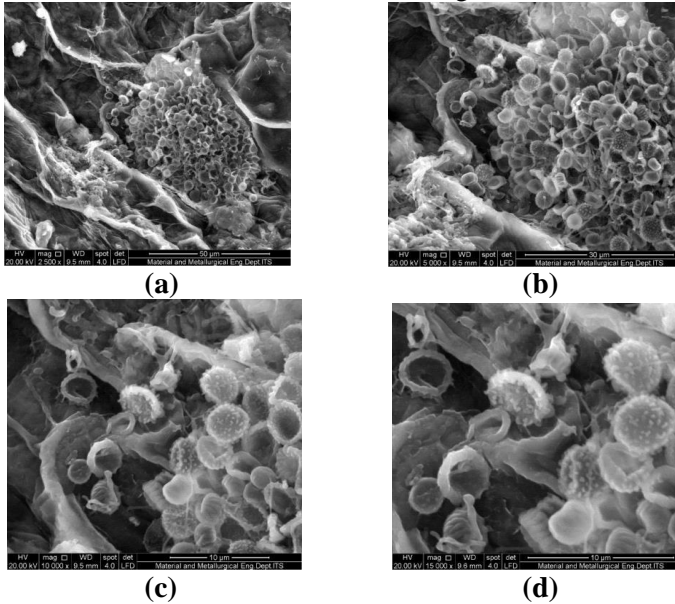
No	Compound	Cacah (Air-Hydrodistillation)	
		R.T. (min)	% Area
	<i>Sesquiterpenes</i>		
1	β -patchoulene	8,143	2,11
2	β -Elemene	8,238	1
3	Caryophyllene	8,813	2,43
4	α -Guaiene	9,090	27,16
5	Seychellene	9,349	7,44
6	α -patchoulene	9,613	4,18
7	beta-seline	9,502	0,47
8	beta-humulene	15,996	2,21
9	Allethrine	8,693	0,53
10	α -elemene	9,677	2,49
11	β -Maaliene	10,258	0,39
12	Achiphyllene	10,459	2,27
	<i>Oxygenated sesquiterpenes</i>		
13	Patchouli alcohol	16,303	46,23
	<i>Other oxygenated compounds</i>		
14	o-Xylenol	12,368	0,63
	Total Area		99,94

%Area yang didapat mendekati 100%, sehingga dapat dikatakan data yang tersedia pada **Tabel C.4** telah ternormalisasi

APPENDIKS D

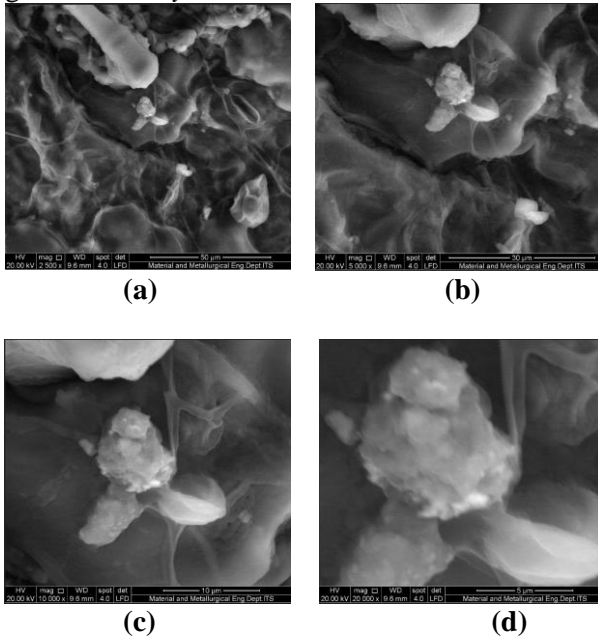
HASIL ANALISA SEM

1. Hasil Analisa SEM Daun Nilam Kering Sebelum Ekstraksi



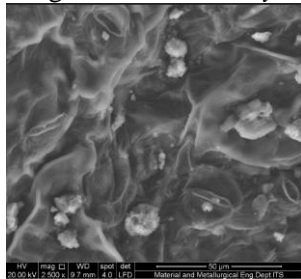
Gambar D.1 Hasil analisa SEM daun nilam kering sebelum ekstraksi dengan perbesaran : (a) 2.500 kali (b) 5.000 kali (c) 10.000 kali (d) 15.000 kali

2. Hasil Analisa SEM Daun Nilam Kering Setelah Diekstrak dengan Metode *Hydrodistillation*

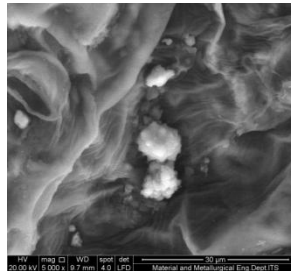


Gambar D.2 Analisa SEM Daun Nilam Kering Setelah Diekstrak dengan Metode *Hydrodistillation* dengan perbesaran : (a) 2.500 kali (b) 5.000 kali (c) 10.000 kali (d) 20.000 kali

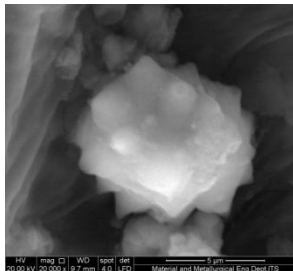
3. Hasil Analisa SEM Daun Nilam Kering Setelah Diekstrak dengan Metode *Air-Hydrodistillation*



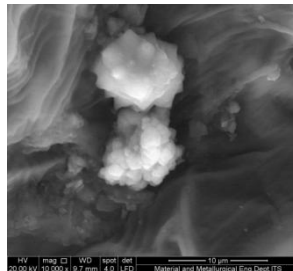
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar D.3 Analisa SEM Daun Nilam Kering Setelah Diekstrak dengan Metode *Air-Hydrodistillation* dengan perbesaran : (a) 2.500 kali (b) 5.000 kali (c) 10.000 kali (d) 20.000 kali

BIODATA PENULIS



Alfian Muhammad Reza. Dilahirkan di Malang 17 Januari 1995, merupakan anak ke-1 dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Ar-Ridho, MI Jenderal Sudirman Malang , MTs N 1 Malang, dan SMAN 1 Malang. Setelah lulus dari SMAN 1 Malang tahun 2013, penulis mengikuti Seleksi Ujian Masuk D3 ITS dan diterima di Program Studi D3 Teknik Kimia FTI-ITS pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP. 2313 030 071. Kemudian melanjutkan studi pada program S1 Teknik Kimia FTI-ITS pada tahun 2016 dan lulus pada tahun 2018.

Selama kuliah, penulis pernah aktif berorganisasi sebagai staf di Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Kimia dalam bidang akademik dan kesejahteraan mahasiswa (Akesma) sebagai staf periode kepengurusan 2014/2015, Sekretaris Departemen Syiar Lembaga Dakwah Jurusan 2014/2015, Staf Departemen Pendidikan, Keilmiahan, dan Teknologi (PILTEK) BEM FTI-ITS 2014/2015, dan Kabinet Departemen Pendidikan, Keilmiahan, dan Teknologi (PILTEK) BEM FTI-ITS 2015/2016. Penulis telah mengambil penelitian dengan judul “Ekstraksi Minyak Atsiri dari Daun Nilam (*Pogestemon cablin* Benth) dengan Menggunakan Metode *Hydrodistillation* dan *Air-Hydrodistillation* Skala Pilot.

Alamat email: alfianreza17@gmail.com

BIODATA PENULIS



Muhammad Bayu Prasetyo. Dilahirkan di Madiun, 7 Maret 1996 dan merupakan anak ke-2 dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN Bangunsari 1, SMPN 1 Dolopo, dan SMAN 1 Geger Kab Madiun. Setelah lulus dari SMAN 1 Geger tahun 2013, penulis mengikuti Seleksi Ujian Masuk D3 ITS dan diterima di Program Studi D3 Teknik Kimia FTI-ITS pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP. 2313 030 049. Kemudian melanjutkan studi pada program S1 Teknik Kimia FTI-ITS pada tahun 2016 dan lulus pada tahun 2018.

Selama kuliah, penulis pernah aktif berorganisasi sebagai staf di Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Kimia dalam bidang Hubungan Masyarakat sebagai staf periode kepengurusan 2014/2015, Kepala Departement Hubungan Masyarakat 2015/2016, Staf Departemen Hubungan Luar BEM FTI-ITS 2014/2015. Penulis telah mengambil penelitian dengan judul “Ekstraksi Minyak Atsiri dari Daun Nilam (*Pogestemon cablin* Benth) dengan Menggunakan Metode *Hydrodistillation* dan *Air-Hydrodistillation* Skala Pilot”

Alamat email: Muhbayu56@gmail.com